



**TUGAS AKHIR – TI 141501**

**OPTIMASI LOGISTIK BATUBARA DI PT INDONESIA  
POWER**

MAYANG KAUTSERINA

NRP 02411440000011

Dosen Pembimbing

Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T.

NIP. 19710317 199802 1 001

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018





**FINAL PROJECT – TI 141501**

**COAL LOGISTIC OPTIMIZATION IN PT INDONESIA  
POWER**

**MAYANG KAUTSERINA**

**NRP 02411440000011**

Supervisor

Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T.

NIP. 19710317 199802 1 001

DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018





# LEMBAR PENGESAHAN

## OPTIMASI LOGISTIK BATUBARA DI PT INDONESIA POWER

### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember


Surabaya, Indonesia

Oleh:

**MAYANG KAUTSERINA**

**NRP. 02411440000011**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:



**Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T..**

**NIP 197103171998021001**







# OPTIMASI LOGISTIK BATUBARA DI PT INDONESIA POWER

Nama: Mayang Kautserina

NRP: 02411440000011

Pembimbing: Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T.

## ABSTRAK

PT Indonesia Power merupakan salah satu perusahaan pembangkit yang mengoperasikan beberapa PLTU yang tersebar di seluruh Indonesia. Salah satu obyekatif perusahaan yaitu meminimasi biaya logistik batubara dengan cara alokasi pengiriman batubara dan penentuan jumlah dan jenis moda transportasi yang tepat. Alternatif moda transportasi yang dapat digunakan yaitu 3 tipe tongkang dan 1 tipe vessel. Beberapa dermaga PLTU dirancang khusus untuk tongkang, sehingga penggunaan vessel akan membutuhkan biaya investasi tambahan untuk *upgrade* dermaga. Model matematis dikembangkan untuk mendapatkan solusi jenis moda transportasi dan jumlah perjalanan tongkang/vessel dari *supplier* ke PLTU. Model simulasi dirancang untuk menguji kelayakan operasional dari solusi model matematis dengan mempertimbangkan waktu tunggu bongkar muat dan gangguan cuaca buruk. Model simulasi juga digunakan untuk menentukan jumlah dari setiap moda transportasi sehingga penghematan biaya dapat dihitung. Suatu kajian finansial dilakukan untuk memastikan kelayakan bahwa total penghematan biaya yang didapatkan dapat mengembalikan biaya investasi yang dikeluarkan untuk *upgrade* dermaga apabila vessel digunakan. Hasil penelitian ini merekomendasikan untuk tetap menggunakan tongkang. Pergantian moda transportasi ke vessel akan layak hanya apabila biaya investasi *upgrade* dermaga dapat diturunkan atau ketika harga sewa kapal naik. Parameter lain yang dapat mempengaruhi perubahan keputusan yaitu volume permintaan batubara, jarak antara supplier batubara dengan PLTU, dan kecepatan kapal. Selain itu, pengiriman batubara dengan strategi *multi destination* tidak memberikan total biaya logistik yang lebih murah karena jarak yang relatif dekat.

Kata kunci: Pemilihan moda transportasi, alokasi, logistik batubara.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*



# **COAL LOGISTIC OPTIMIZATION IN PT INDONESIA POWER**

Name: Mayang Kautserina

NRP: 02411440000011

Supervisor: Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T.

## **ABSTRACT**

PT Indonesia Power is one of the power plant company that operates several steam power plants (PLTU) all over Indonesia. One of the objectives of the company is to minimize total logistics costs by allocating coal delivery and determining the number and the type of transportation modes. The alternative modes of transportation that can be used are 3 types of barges and 1 type of vessel. Some PLTU's docks are specially designed for barges, so the use of vessels will require additional investment costs for upgrading the dock. Mathematical model is developed to get recommended number and type of transportation mode used to deliver the coal from supplier to PLTU. The simulation model is designed to test the operational feasibility of the mathematical modeling solution by considering stochastic process of loading and unloading and also the impact of bad weather. The simulation model is also used to determine the number of each mode of transportation so the cost savings can be calculated. A financial feasibility study is undertaken to ensure that the total savings earned can recover the investment costs incurred for a dock upgrade if the vessel is used. The results of this study suggest to keep using barge. Substitution of the mode of transportation into vessel will be feasible only if the investment cost of upgrading the dock can be lowered. Other parameters that may affect the decision are the volume of coal demand, the distance between coal supplier and PLTU, and the speed of the vessel. In addition, coal delivery with multi-destination strategy does not provide a cheaper total logistics cost due to the relatively close distance.

**Keyword:** Selection of transportation modes, allocation, coal logistics.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT senantiasa penulis panjatkan karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“Optimasi Logistik Batubara di PT Indonesia Power”** dengan tepat waktu. Shalawat serta salam juga senantiasa penulis haturkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis telah menerima banyak bantuan, saran dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan masukan, motivasi, kritik, dan saran serta pengalaman pelatihan mental yang berharga.
2. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D. selaku kepala departemen dan juga dosen penguji yang telah memberikan dukungan dan masukan untuk penelitian ini.
3. Bapak Dody Hartanto dan Ibu Diesta Iva Maftuhah selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan perbaikan untuk penelitian ini.
4. Bapak Achmad Yusuf dan Ibu Jajuk Mardiani, selaku kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan, semangat serta doa yang luar biasa dan M. Anhar Prakoso, selaku adik penulis yang memberikan semangat baik selama penulis menjalani kuliah maupun dalam penulisan laporan.
5. Seluruh asisten laboratorium QMIPA, Gardapati, dan teman-teman yang telah banyak membantu penulis dan memberikan semangat serta motivasi selama masa perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir.

Laporan Tugas Akhir ini tidak luput dari kesalahan, apabila dalam penulisan laporan terdapat kesalahan, penulis memohon maaf. Masukan dan kritik sangat

penulis harapkan untuk membuat penulis menjadi lebih baik. Penulis berharap agar Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua yang membutuhkan.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Perumusan Masalah .....	4
1.3    Tujuan Penelitian .....	4
1.4    Manfaat Penelitian .....	4
1.5    Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5.1    Batasan.....	4
1.5.2    Asumsi .....	5
1.6    Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1    Batubara .....	7
2.2    Alat Angkutan Batubara.....	8
2.3 <i>Influence Diagram</i> .....	10
2.4    Model Transportasi .....	11
2.5 <i>Discrete Event Simulation</i> .....	12
2.6    Kajian Kelayakan Finansial .....	12
2.6.1 <i>Net Present Value (NPV)</i> .....	13
2.6.2 <i>Interest Rate of Return (IRR)</i> .....	13
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>

3.1	Ringkasan Situasi Permasalahan .....	17
3.2	Pembuatan Model Konseptual.....	17
3.3	Perancangan Model Matematis .....	20
3.4	Perancangan Model Simulasi .....	21
3.5	Kajian Kelayakan Finansial.....	22
3.6	Analisis Hasil.....	22
3.7	Kesimpulan dan Saran .....	22
<b>BAB 4 PERANCANGAN MODEL.....</b>		<b>23</b>
4.1	Perancangan Model Matematis .....	23
4.1.1	Aproksimasi 1 .....	23
4.1.2	Aproksimasi 2 .....	25
4.1.3	Validasi Model Matematis .....	27
4.2	Perancangan Model Simulasi .....	27
4.2.1	Model Konseptual Pengiriman Batubara .....	27
4.2.2	SOP Penentuan Rute Kapal.....	29
4.2.3	<i>Updater</i> Inventori dan Shortage .....	30
4.2.4	<i>Updater</i> Kecepatan Kapal .....	31
4.2.5	Sub Model Simulasi Proses di Pelabuhan Muat.....	32
4.2.6	Sub Model Simulasi Proses di Pelabuhan Bongkar .....	34
4.2.7	Sub Model Simulasi Penentuan Rute .....	34
4.2.8	Validasi Model Simulasi .....	35
4.2.9	Penentuan Jumlah Replikasi.....	36
<b>BAB 5 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS.....</b>		<b>39</b>
5.1	Hasil Model Matematis .....	39
5.2	Hasil Model Simulasi .....	41
5.3	Perhitungan Biaya Logistik .....	41



5.4	Kajian Kelayakan Finansial .....	44
5.4.1	Biaya Investasi <i>Upgrade</i> Dermaga .....	44
5.4.2	Biaya Operasional .....	47
5.4.3	Asumsi Kajian Kelayakan Finansial .....	47
5.4.4	<i>Cash Flow</i> .....	47
5.4.5	Perhitungan Indikator Kelayakan .....	51
5.5	Perencanaan Pengiriman Skenario Terpilih .....	51
5.6	Analisis Hasil .....	52
5.6.1	Pengaruh Harga Sewa Kapal Terhadap Kelayakan .....	53
5.6.2	Pengaruh Biaya Investasi Terhadap Kelayakan.....	54
5.6.3	Pengaruh Volume Permintaan Terhadap Pilihan Moda Transportasi .....	54
5.4.4	Pengaruh Jarak Terhadap Pemilihan Moda Transportasi .....	56
5.4.5	Pengaruh Aturan <i>Full Container Load</i> Terhadap Pemilihan Moda Transportasi.....	57
5.4.6	Pengaruh Kecepatan Kapal Terhadap Kebutuhan Moda Transportasi .....	58
5.4.7	Pengaruh Strategi <i>Multi Destination</i> pada Sistem Logistik Batubara IP .....	59
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>63</b>
6.1	Kesimpulan .....	63
6.2	Saran.....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>65</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>67</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS .....</b>		<b>103</b>

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 PLTU IP .....	2
Gambar 2.1 Proses Produksi Listrik pada PLTU .....	7
Gambar 2.2 <i>Flat Top Barge</i> .....	9
Gambar 2.3 <i>Handy Size</i> .....	9
Gambar 2.4 <i>General Cargo</i> .....	10
Gambar 2.5 <i>Container Ship</i> .....	10
Gambar 2.6 Notasi pada <i>Influence Diagram</i> .....	11
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	15
Gambar 4.1 Model Konseptual Pengiriman Batubara .....	28
Gambar 4.2 SOP Penentuan Rute Kapal.....	29
Gambar 4.4 <i>Updater</i> Kecepatan Kapal .....	31
Gambar 4.5 Model Simulasi Proses <i>Loading</i> di Pelabuhan Muat ( <i>Supplier</i> ) .....	33
Gambar 4.6 Model Simulasi Proses <i>Unloading</i> di Pelabuhan Bongkar (PLTU)..	34
Gambar 4.7 Model Simulasi Penentuan Rute .....	35
Gambar 4.8 Pengecekan <i>Error</i> Model Simulasi .....	35
Gambar 5.1 Pemilihan Moda Transportasi Berdasarkan Jarak .....	57
Gambar 5.2 Ilustrasi Perbandingan Biaya <i>Point-to-Point</i> dengan <i>Multi Destination</i> .....	59
Gambar 5.3 Perbandingan Jarak Penentu <i>Point-to-Point</i> dan <i>Multi Destination</i> .	60

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Jalur Kapal 330ft .....	26
Tabel 4.2 Perhitungan Jumlah Replikasi.....	36
Tabel 5.1 Skenario yang Dijalankan .....	39
Tabel 5.2 Total Biaya Logistik Hasil Model Matematis.....	40
Tabel 5.3 Jumlah Kapal Hasil Model Matematis .....	40
Tabel 5.4 Jumlah Kapal Hasil Model Simulasi.....	41
Tabel 5.5 Harga Bahan Bakar .....	42
Tabel 5.6 <i>Rate</i> Konsumsi Bahan Bakar .....	42
Tabel 5.7 Harga Sewa Kapal.....	42
Tabel 5.8 Perhitungan Biaya Logistik.....	43
Tabel 5.9 Biaya Investasi <i>Upgrade</i> Dermaga PLTU Pelabuhan Ratu .....	45
Tabel 5.10 Biaya Investasi <i>Upgrade</i> Dermaga PLTU Labuhan .....	46
Tabel 5.11 Biaya Investasi <i>Upgrade</i> Dermaga PLTU Lontar.....	46
Tabel 5.12 <i>Initial Outlay</i> .....	48
Tabel 5.13 <i>Terminal Value</i> .....	48
Tabel 5.14 <i>Annual Cash Flow</i> Skenario 2 .....	49
Tabel 5.15 <i>Cash Flow</i> Tiap Tahun.....	50
Tabel 5.16 NPV, IRR, dan <i>Payback Period</i> .....	51
Tabel 5.17 Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 300ft.....	51
Tabel 5.18 Pengaruh Harga Sewa Kapal Terhadap Kelayakan Skenario 2 .....	53
Tabel 5.19 Pengaruh Biaya Investasi Terhadap Kelayakan Skenario 2.....	54
Tabel 5.20 Hasil Uji Coba Skenario 3 .....	55
Tabel 5.21 Fungsi Jarak Terhadap Biaya Perolehan Batubara .....	57
Tabel 5.22 Data Uji Coba Pengaruh Ukuran Pengiriman .....	58

Tabel 5.23 Hasil Uji Coba Pengaruh Ukuran Pengiriman.....	58
---	----



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab pendahuluan ini akan memaparkan hal-hal yang mendasari dilakukan penelitian dan identifikasi rumusan permasalahan dalam penelitian. Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

### **1.1 Latar Belakang**

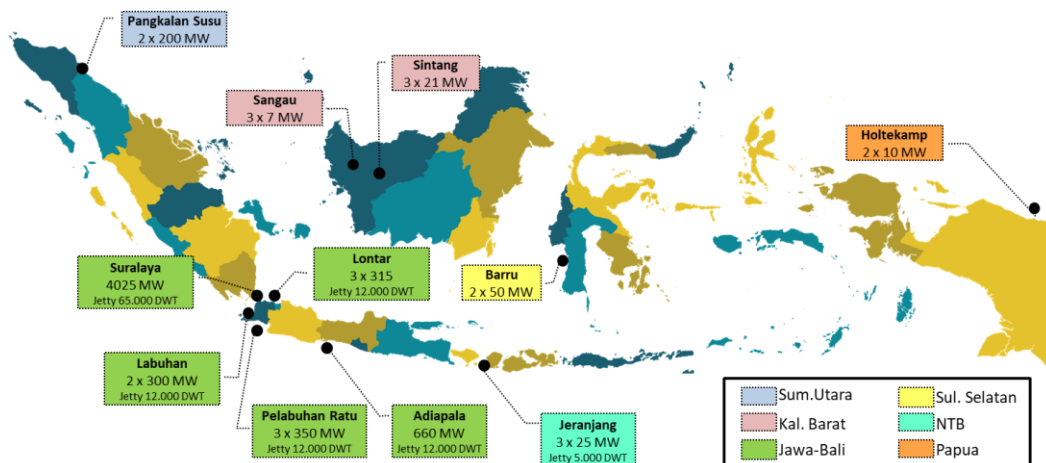
Listrik merupakan kebutuhan yang penting bagi masyarakat. Listrik digunakan untuk menjalankan berbagai sarana yang mendukung aktivitas masyarakat seperti kegiatan ekonomi, komunikasi, *entertainment*, dan lain-lain. Pemenuhan kebutuhan listrik merupakan salah satu hal yang menjadi perhatian Pemerintah.

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang menjadi *base load* (ESDM, 2016). Hal ini dikarenakan biaya produksi listrik PLTU lebih murah, kapasitas produksi yang lebih besar, serta membutuhkan waktu *setup* yang lebih lama daripada jenis pembangkit yang lain seperti Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). Kontinuitas operasi PLTU harus dijaga karena apabila PLTU berhenti beroperasi maka produksi listrik akan digantikan oleh pembangkit lain atau sumber energi lain yang lebih mahal.

PT Indonesia Power (selanjutnya disingkat IP) sebagai salah satu perusahaan pembangkit mengoperasikan 11 PLTU yang tersebar di seluruh Indonesia seperti terlihat pada Gambar 1.1. Masing-masing PLTU tersebut memiliki kapasitas, kebutuhan batubara, serta kondisi geografis yang berbeda-beda.

Setiap PLTU dirancang untuk memproses batubara dengan kalori atau CV (*Calorific Value*) tertentu. Akibatnya kebutuhan batubara berdasar jenis kalorinya juga berbeda. Ada dua cara yang bisa dilakukan untuk memenuhi kebutuhan kalori batubara pada PLTU yaitu dengan membeli batubara dengan kalori sesuai dengan

yang dibutuhkan, ataupun dengan memilih beberapa batubara dengan kalori yang berbeda kemudian dilakukan *blending* menjadi batubara dengan kalori tertentu.



Gambar 1.1 PLTU IP

Pasokan batubara untuk IP berasal dari Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Sumatera Selatan, Bengkulu, Jambi, dan Lampung. Setiap pemasok memiliki Harga Patokan Batubara (HPB) yang berbeda-beda bergantung pada merek dagang dan kalori batubara. Selain HPB juga ditambahkan biaya penyesuaian seperti biaya *transshipment*, angkutan tongkang dan/atau vessel, surveyor, dan asuransi yang bergantung pada moda transportasi, titik serah, serta *term of delivery* yang digunakan (Perdirjen Minerba, 2013). Hal ini menyebabkan harga batubara sampai di lokasi PLTU menjadi bervariasi.

*Term of delivery* yang biasa digunakan dalam menentukan harga batubara yaitu FOB (*Free on Board*), CNF (*Cost and Freight*), serta CIF (*Cost, Insurance, and Freight*). IP menggunakan CIF dalam kontrak pembelian batubara. Hal ini berarti harga batubara yang dibayarkan IP sudah mencakup HPB dan biaya penyesuaian menggunakan moda transportasi yang ditentukan hingga sampai di pelabuhan bongkar (PLTU).

Moda transportasi yang paling sering digunakan dalam pengangkutan batubara di Indonesia adalah menggunakan tongkang. Tongkang memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Hampir semua pelabuhan memiliki sarana tambat yang sesuai untuk tongkang. Namun demikian, tongkang memiliki kapasitas yang relatif

kecil serta memiliki potensi penurunan kualitas kalori batubara yang diangkut apabila terkena hujan. Hal ini dikarenakan stuktur tongkang yang terbuka. Selain itu, masa operasi tongkang terbatas dikarenakan rentan terhantam gelombang saat sedang pasang.

Alternatif moda transportasi batubara yang lain adalah dengan menggunakan vessel. Vessel memiliki stuktur yang lebih tertutup dan kapasitas angkut yang lebih besar sehingga lebih tahan menghadapi gelombang pasang. Selain itu, biaya angkut batubara per satuan berat dapat lebih murah untuk jarak jauh. Di sisi lain, vessel lebih tahan menghadapi gelombang laut sehingga waktu operasi vessel dapat lebih lama dan *supply* batubara lebih terjamin. Namun demikian, tidak semua pelabuhan memiliki sarana tambat yang mencukupi. Sarana tambat yang dimaksud meliputi kedalaman perairan, kekuatan sandar pada *jetty*, serta *arm length* pada *ship unloader* (SU). Apabila sarana tambat suatu pelabuhan tidak mencukupi untuk vessel, maka akan diperlukan biaya investasi tambahan untuk melakukan *upgrade* pada pelabuhan tersebut.

IP sebagai perusahaan berorientasi bisnis ingin meminimasi biaya yang dikeluarkan. Penentuan alokasi pengiriman serta pemilihan moda transportasi yang tepat dapat meminimasi biaya logistik batubara. Biaya investasi *upgrade* pelabuhan juga harus dipertimbangkan karena membutuhkan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu diperlukan kajian kelayakan finansial untuk melihat apakah *saving* yang didapatkan pemilihan moda transportasi dapat mengembalikan biaya investasi yang akan dikeluarkan.

Penelitian mengenai alokasi pengiriman, serta penentuan jumlah dan jenis moda transportasi batubara sudah dilakukan oleh Taufik M.R (2008). Pada penelitian tersebut dilakukan penentuan jumlah dan jenis moda transportasi batubara dari beberapa pemasok menuju satu PLTU tujuan dengan metode analitik tanpa mempertimbangkan jenis kalori batubara dan tanpa mempertimbangkan alokasi pengiriman. Febri Aditya Rahman (2012) juga mengembangkan penelitian serupa menggunakan metode *Linear Programming*. Pada penelitian itu dilakukan optimasi alokasi pengiriman dua jenis batubara yang kemudian dilanjutkan perhitungan jumlah dan jenis kapal yang digunakan. Pada kedua penelitian tersebut, tidak dipertimbangkan moda transportasi batubara yang melebihi kapasitas sandar

PLTU tujuan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dipertimbangkan investasi *upgrade* dermaga untuk moda transportasi yang melebihi kapasitas sandar serta gangguan gelombang cuaca buruk yaitu adanya gelombang pasang yang menyebabkan terbatasnya waktu operasi kapal jenis tongkang.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Perumusan masalah yang menjadi pokok bahasan dalam tugas akhir ini adalah penentuan alokasi pengiriman, jumlah, jenis, dan rute moda transportasi yang digunakan untuk mengangkut batubara ke unit PLTU IP dalam rangka meminimasi biaya logistik.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan alokasi pengiriman batubara untuk PLTU IP.
2. Menentukan jumlah dan jenis kapal yang lebih optimal.
3. Menentukan rute kapal yang lebih optimal.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan rekomendasi alokasi pengiriman kepada IP dalam rangka pemenuhan kebutuhan batubara.
2. Memberikan rekomendasi kepada IP dalam menentukan jumlah, jenis, dan rute kapal pengiriman batubara.
3. Memberikan pemahaman pada penulis terkait alokasi dan pemilihan moda transportasi.

## **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai batasan dan asumsi yang digunakan di dalam penelitian.

### **1.5.1 Batasan**

Batasan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Hanya dilakukan pada PLTU atau beberapa PLTU yang dapat mewakili IP.
2. Periode studi dilakukan selama 30 tahun.

#### *1.5.2 Asumsi*

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengiriman batubara dilakukan *Full Container Load (FCL)*.
2. Kualitas batubara yang diterima sama dengan kualitas batubara yang dipesan.
3. Terjadi penurunan kecepatan kapal sebesar 50% pada tongkang pada saat gelombang pasang (Agustus-Oktober).

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari enam bab yang meliputi:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab pendahuluan memaparkan hal-hal yang mendasari dilakukan penelitian dan identifikasi rumusan permasalahan dalam penelitian. Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab tinjauan pustaka memaparkan teori-teori, informasi, dan penelitian-penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai landasan dan referensi dalam pengerjaan tugas akhir ini.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab metodologi penelitian memaparkan metodologi yang digunakan dalam penelitian berupa tahapan-tahapan yang dilakukannya penelitian secara sistematis.

#### **BAB 4 PERANCANGAN MODEL**

Bab perancangan model ini berisi tentang pembuatan model mulai dari model konseptual, perancangan model matematis, perancangan model simulasi, uji coba model dan eksperimen, serta uji kelayakan alternatif solusi.

#### **BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab analisis dan pembahasan ini memaparkan implementasi dan analisis model yang telah dibuat pada bab sebelumnya.

## **BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab kesimpulan dan saran ini memaparkan ringkasan hasil dari penelitian yang telah dilakukan serta saran yang bisa diberikan.



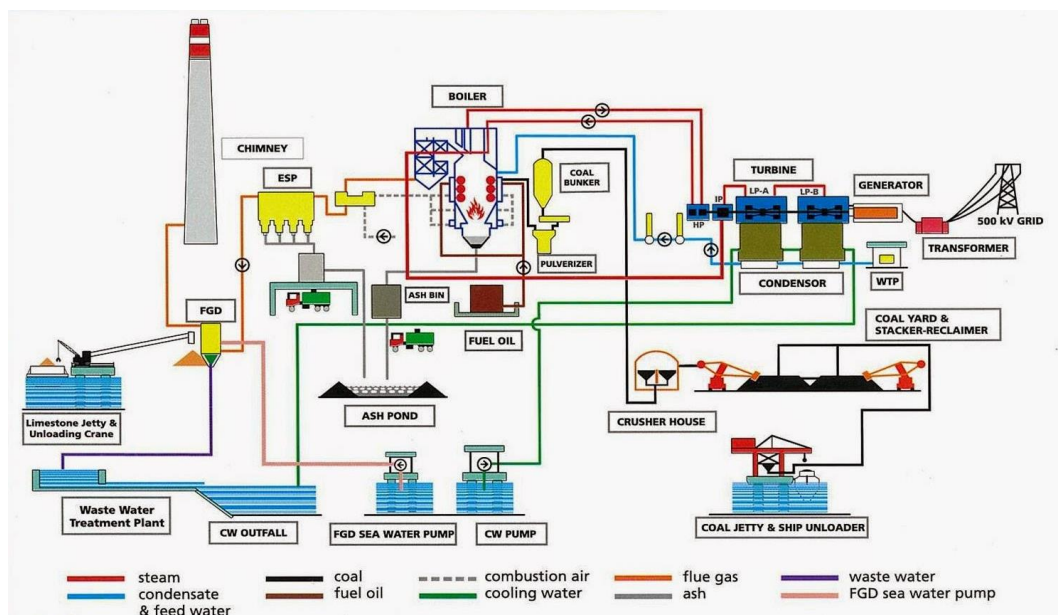
## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka memaparkan teori-teori, informasi, dan penelitian-penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai landasan dan referensi dalam pengerjaan tugas akhir ini.

#### 2.1 Batubara

Batubara merupakan batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari sisa tumbuhan yang terhumifikasi, berwarna coklat sampai hitam yang selanjutnya terkena proses fisika dan kimia yang berlangsung selama jutaan tahun sehingga mengakibatkan pengkayaan kandungan karbonnya (Anggayana, 2002). Batubara dapat dibakar dan dikonversikan menjadi energi listrik pada PLTU. Proses produksi listrik pada PLTU dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses Produksi Listrik pada PLTU ([www.eksplorasi.id](http://www.eksplorasi.id))

*Calorific value* (CV, satuan kcal/kg) merupakan indikasi kandungan nilai energi yang terdapat pada batubara dan merepresentasikan kombinasi pembakaran

dari karbon, hidrogen, nitrogen, serta sulfur (Arif, 2014). Ada dua jenis *Calorific Value* yaitu *Gross Calorific Value* (GCV) dan *Net Calorific Value* (NCV).

Klasifikasi batubara Indonesia mengacu pada PP No. 45 Tahun 2003 tentang Tarif atas Penerimaan Negara Bukan Pajak yang berlaku pada Departemen Pertambangan dan Energi Bidang Pertambangan Umum. Berdasarkan klasifikasi tersebut, batubara dapat dibagi menjadi empat tingkat kualitas antara lain:

- Batubara Kalori Rendah, yaitu batubara dengan nilai GCV <5100 kcal/kg
- Batubara Kalori Sedang, yaitu batubara dengan GCV 5100-6100 kcal/kg
- Batubara Kalori Tinggi, yaitu batubara dengan GCV 6100-7100 kcal/kg
- Batubara Kalori Sangat Tinggi, yaitu batubara dengan GCV >7100 kcal/kg.

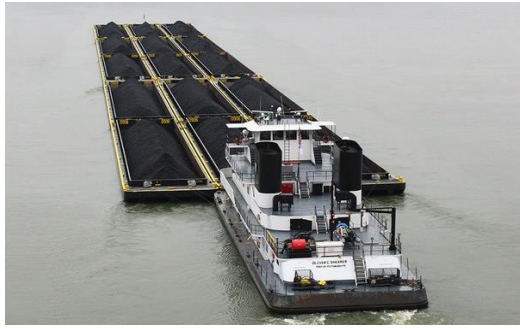
Harga penjualan batubara di Indonesia telah diatur dalam Peraturan Direktur Jenderal Mineral dan Batubara Nomor 314 Tahun 2011 dan disebut sebagai Harga Patokan Batubara (HPB). HPB ini bergantung pada merek dagang dan kalori batubara. *Term of delivery* yang digunakan dalam penentuan HPB adalah FOB vessel. Pengiriman batubara menggunakan moda transportasi lain atau *term of delivery* lain akan dikenakan biaya penyesuaian yang terdiri dari biaya *transshipment*, biaya angkutan tongkang dan/atau vessel, biaya surveyor, dan biaya asuransi (Perdirjen Minerba, 2013).

## **2.2 Alat Angkutan Batubara**

Transportasi laut merupakan moda transportasi yang paling sering digunakan untuk mengangkut batubara. Dalam proses pengangkutan batubara, terdapat berbagai macam jenis kapal yang bisa digunakan antara lain:

### **1. Tongkang (*Barge*)**

Tongkang merupakan jenis kapal dengan lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung yang tidak dilengkapi dengan tenaga penggerak sehingga dibutuhkan kapal tunda (*tugboat*) untuk menarik maupun mendorong tongkang. Ukuran dan jenis tongkang juga bervariasi seperti *flat top barge*, *hatch barge*, dan *self propeller barge* (SPB).



Gambar 2.2 *Flat Top Barge* ([www.barge.us](http://www.barge.us))

## 2. *Bulk Carrier*

*Bulk carrier* merupakan jenis kapal yang umumnya digunakan untuk mengangkut muatan jenis curah, bijih tambang, maupun batubara. Beberapa ukuran kapal bulk carrier antara lain:

- *Handy size* (10.000 DWT – 35.000 DWT)
- *Handymax* (35.000 – 50.000 DWT)
- *Panamax* (50.000 DWT – 70.000 DWT)
- *Post panamax* (70.000 DWT – 80.000 DWT)
- *Cape size* (diatas 80.000 DWT)



Gambar 2.3 *Handy Size* ([www.bergebulk.com](http://www.bergebulk.com))

## 3. *General Cargo*

*General cargo* merupakan jenis kapal yang dapat mengangkut berbagai jenis muatan. Muatan yang diangkut umumnya merupakan muatan yang tahan lama dan tidak memerlukan penanganan khusus seperti suku cadang, tekstik, maupun muatan curah.



Gambar 2.4 *General Cargo* (www.maritime-connector.com)

#### 4. *Container Ship*

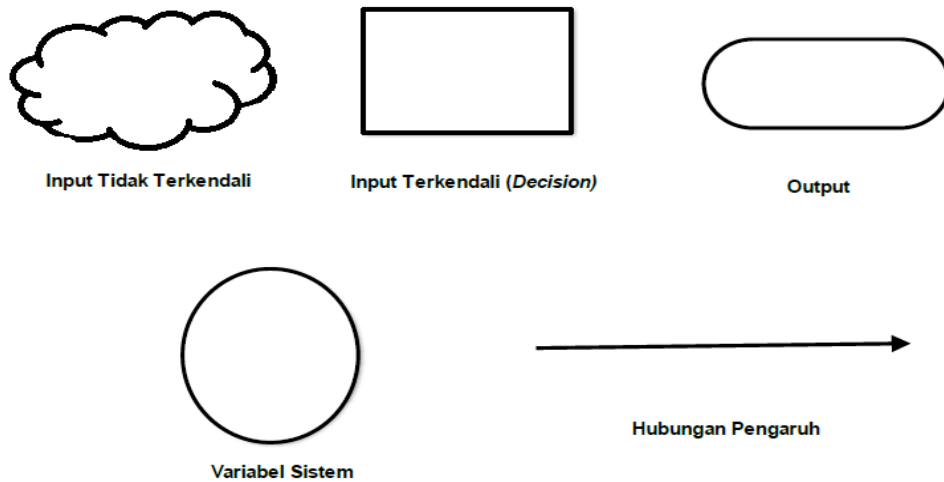
*Container ship* merupakan jenis kapal yang khusus mengangkut muatan yang sudah dikemas dalam peti kemas (*container*) yang standar. Peti kemas yang diangkut umumnya tersedia dalam beberapa ukuran EU (*Equivalent Unit*). Peti kemas dapat digunakan untuk mengangkut muatan barang maupun muatan curah seperti batubara.



Gambar 2.5 *Container Ship* (Keith Skipper)

### 2.3 *Influence Diagram*

*Influence diagram* merupakan salah satu bentuk model konseptual yang bisa menggambarkan proses transformasi suatu sistem dalam bentuk diagram yang lebih formal. Ada beberapa notasi yang bisa digunakan untuk menggambarkan proses transformasi dalam *influence diagram* sesuai dengan Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Notasi pada *Influence Diagram* (Dallenbach & McNickle, 2005)

*Influence diagram* lebih cocok untuk permasalahan yang dapat menggunakan pendekatan proses. Dalam pendekatan proses, pemodel harus mengidentifikasi batasan sistem, input sistem (*controllable input* dan *uncontrollable input*), output yang dihasilkan, serta komponen sistem yang berpartisipasi dalam proses transformasi (Dallenbach & McNickle, 2005).

## 2.4 Model Transportasi

Pengertian model transportasi menurut Hamdy A. Taha adalah model *linear programming* untuk menentukan jumlah barang yang dikirimkan dari beberapa sumber menuju beberapa tujuan dengan batasan kapasitas *supply* dari sumber dan *demand* dari tujuan dalam rangka meminimalkan biaya pengiriman. Model matematis dari permasalahan transportasi dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Min } z = \sum_i \sum_j c_{ij} * x_{ij} \quad (2.1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_j x_{ij} \leq s_i \text{ untuk setiap sumber } i \quad (2.2)$$

$$\sum_i x_{ij} \geq d_j \text{ untuk setiap tujuan } j \quad (2.3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ untuk setiap sumber } i \text{ dan tujuan } j \quad (2.4)$$

Keterangan:

$c_{ij}$  = Biaya kirim per unit produk dari sumber  $i$  ke tujuan  $j$

$x_{ij}$  = Jumlah produk yang dikirim dari sumber  $i$  ke tujuan  $j$

$s_i$  = Besarnya kapasitas *supply* yang dimiliki sumber  $i$

$d_j$  = Besarnya *demand* pada tujuan  $j$

Pada model matematis tersebut, bisa diimplikasikan bahwa *supply* dapat lebih besar atau sama dengan *demand*. Ketika *supply* sama dengan *demand*, maka permasalahan tersebut menjadi *balanced transportation model* yang dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut.

$$\text{Min } z = \sum_i \sum_j c_{ij} * x_{ij} \quad (2.5)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_j x_{ij} = s_i \text{ untuk setiap sumber } i \quad (2.6)$$

$$\sum_i x_{ij} = d_j \text{ untuk setiap tujuan } j \quad (2.7)$$

$$x_{ij} \geq 0 \text{ untuk setiap sumber } i \text{ dan tujuan } j \quad (2.8)$$

## 2.5 Discrete Event Simulation

Simulasi merupakan suatu metode dengan menirukan kondisi atau perilaku *real system* yang biasanya dilakukan dengan menggunakan komputer dan *software* yang tepat (Kelton, Sadowski, & Sadowski, 2006). Simulasi digunakan untuk mengestimasi suatu nilai yang sulit dihitung melalui metode eksak. Tujuan dari simulasi adalah memperbaiki performansi dari suatu sistem.

Salah satu jenis simulasi adalah simulasi diskrit. Pada *discrete-event system*, perubahan nilai atau *state* hanya dapat terjadi pada titik-titik diskrit dan perubahannya terjadi secara tiba-tiba. Beberapa contoh perubahan *state* yang tergolong sebagai *discrete event* adalah kedatangan pelanggan, jumlah penumpang yang naik dan turun di bus, serta jumlah kapal yang sedang beroperasi.

## 2.6 Kajian Kelayakan Finansial

Salah satu kajian utama dalam suatu studi kelayakan adalah kajian kelayakan finansial. Kajian kelayakan finansial menilai kelayakan suatu rencana bisnis dari biaya-biaya yang dikeluarkan dan *return* yang akan didapatkan (Kasmir & Jakfar, 2003).



Ada dua jenis biaya yang dikeluarkan untuk suatu investasi yaitu *capital expenditure* dan *operating expenditure*. *Capital expenditure* merupakan biaya yang dikeluarkan untuk mengambil atau mendirikan suatu proyek seperti bangunan, aset, peralatan, dan mesin. Sedangkan *operating expenditure* merupakan biaya yang terjadi akibat adanya operasi untuk menjaga kelangsungan aset dan aktivitas proyek yang dilakukan.

#### 2.6.1 Net Present Value (NPV)

*Net Present Value* (NPV) merupakan nilai bersih perbandingan antara kas bersih dengan biaya yang dikeluarkan untuk investasi selama umur investasi (Kasmir & Jakfar, 2003).

Setiap perusahaan yang melakukan suatu investasi, akan mengeluarkan sejumlah uang tertentu dan mendapat *return* di kemudian hari. Investasi yang dikeluarkan maupun *return* yang didapatkan tidak akan bernilai sama setiap tahunnya. Hal ini berkaitan dengan adanya konsep *time value of money*. NPV bisa dijadikan indikator kelayakan atas suatu investasi dan bisa menggambarkan proyeksi keuntungan pada tahun tertentu yang akan didapatkan investor atas investasi tersebut. Hal ini juga diungkapkan Crundwell (2008) dalam bukunya yang menyatakan bahwa NPV merupakan salah satu indikator yang bisa digunakan untuk menilai kontribusi suatu proyek atau investasi yang dilakukan bagi *shareholder*. NPV dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} \quad (2.5)$$

NPV yang positif menandakan suatu investasi yang dilakukan layak dan NPV yang bernilai negatif menunjukkan kerugian (Soekartawi, 1996).

#### 2.6.2 Interest Rate of Return (IRR)

*Internal Rate of Return* (IRR) merupakan arus pengembalian yang menghasilkan nilai bersih kas masuk sama dengan nilai bersih kas keluar (Soeharto, 1997). Metode IRR mencari nilai suku bunga yang dapat menghasilkan NPV sama dengan nol (Crundwell, 2008). Nilai suku bunga ini nantinya akan dibandingkan dengan *interest rate* (*cost of capital*) yang digunakan oleh perusahaan. IRR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

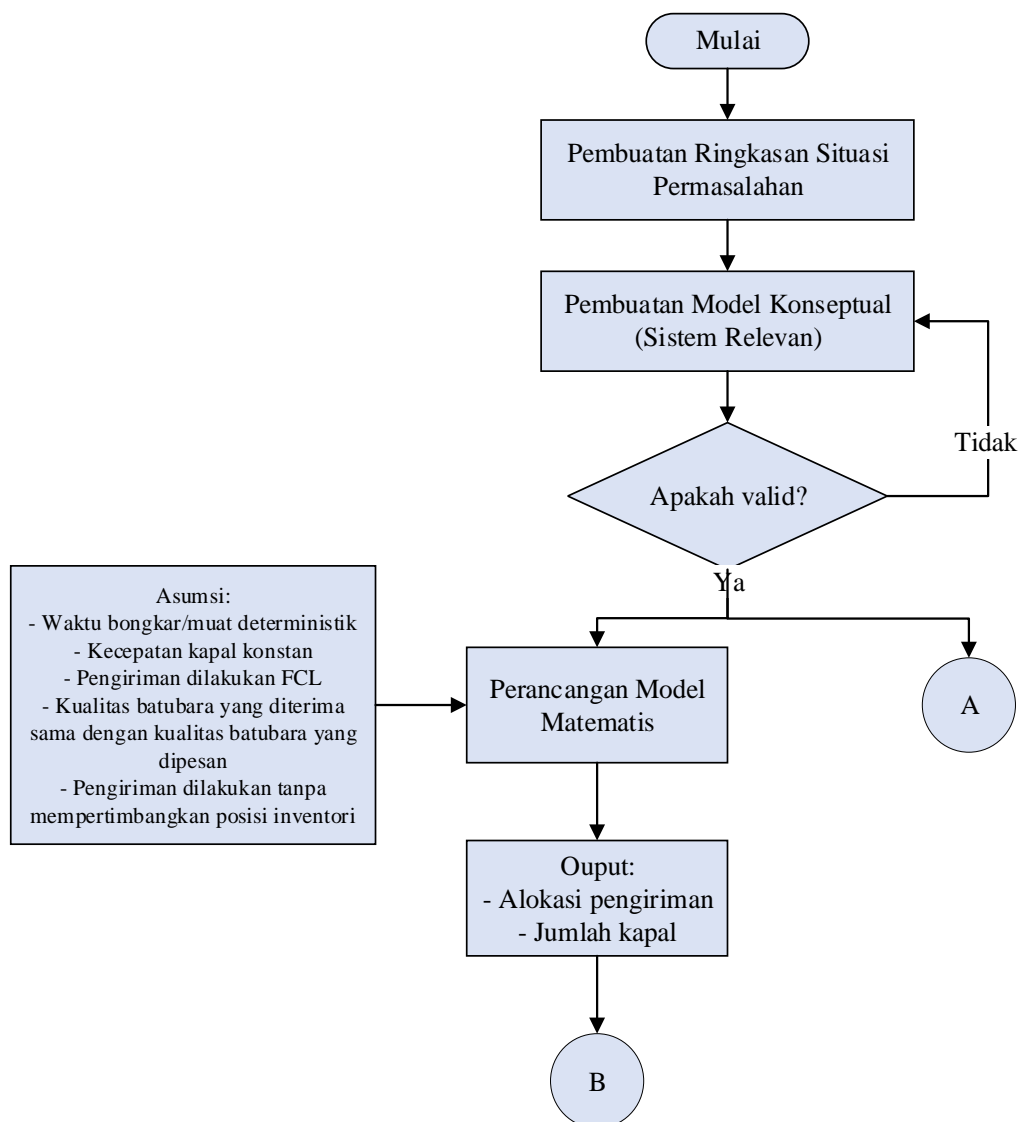
$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} \quad (2.6)$$

Suatu investasi dapat dikatakan layak apabila IRR yang dihasilkan investasi tersebut lebih besar dari *cost of capital* perusahaan.

### BAB 3

## METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memaparkan metodologi yang digunakan dalam penelitian berupa tahapan-tahapan yang dilakukannya penelitian secara sistematis. Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini tertera pada Gambar 3.1.

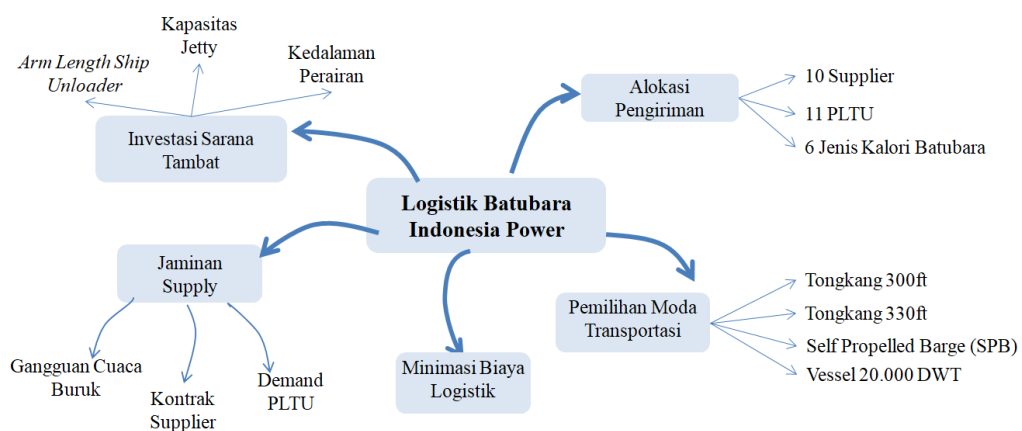


Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian



### 3.1 Ringkasan Situasi Permasalahan

Ada beberapa cara yang bisa digunakan untuk menggambarkan situasi permasalahan suatu sistem yaitu dengan menggunakan *mind map*, *rich picture*, dan *cognitive maps*. Situasi permasalahan menggambarkan konteks permasalahan yang terjadi, termasuk elemen yang terlibat, tujuan yang ingin dicapai, hingga seluruh aspek yang mempengaruhi permasalahan. Ringkasan situasi permasalahan logistik batubara di IP dapat digambarkan dengan *mind map* seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Mind Map* Logistik Batubara IP

### 3.2 Pembuatan Model Konseptual

Pada pembuatan model konseptual permasalahan logistik batubara IP, pertama akan dilakukan identifikasi elemen permasalahan yang terdiri dari:

- **Pengambil Keputusan**  
Pengambil keputusan dalam permasalahan ini adalah direktur operasi IP.
- **Objektif**  
Objektif dalam permasalahan ini adalah minimasi biaya logistik pengiriman batubara untuk unit pembangkit PLTU IP.
- **Kriteria Keputusan**  
Kriteria keputusan pada permasalahan ini adalah minimasi biaya logistik batubara dengan mempertimbangkan kelayakan investasi alternatif terpilih.
- **Ukuran Performansi**

Ukuran performansi yang digunakan dalam permasalahan ini adalah total biaya logistik termasuk biaya investasi (*capital expenditure*) maupun biaya operasional (*operating expenditure*)

- Kontrol Input (Variabel Keputusan)

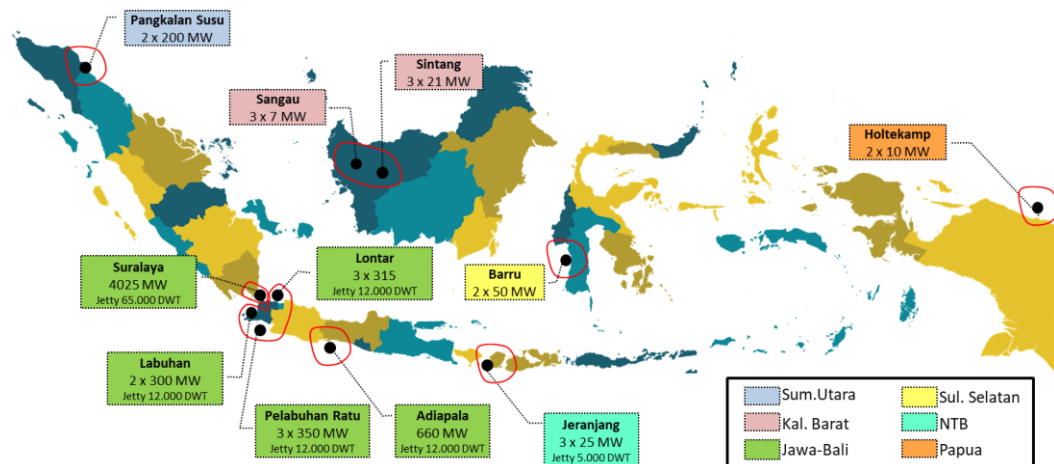
Kontrol input pada permasalahan ini adalah alokasi pengiriman, serta jumlah, jenis, dan rute kapal dalam proses pengiriman batubara.

- Konteks Permasalahan

Konteks permasalahan dalam sistem ini adalah terkait kontrak dengan *supplier* yang sudah dilakukan serta *demand* unit PLTU yang dijadikan sampel. Selain itu model pada penelitian juga hanya akan diterapkan pada PLTU atau beberapa PLTU yang dapat mewakili IP. Oleh karena itu akan dilakukan *clustering* untuk menentukan klaster mana yang digunakan.

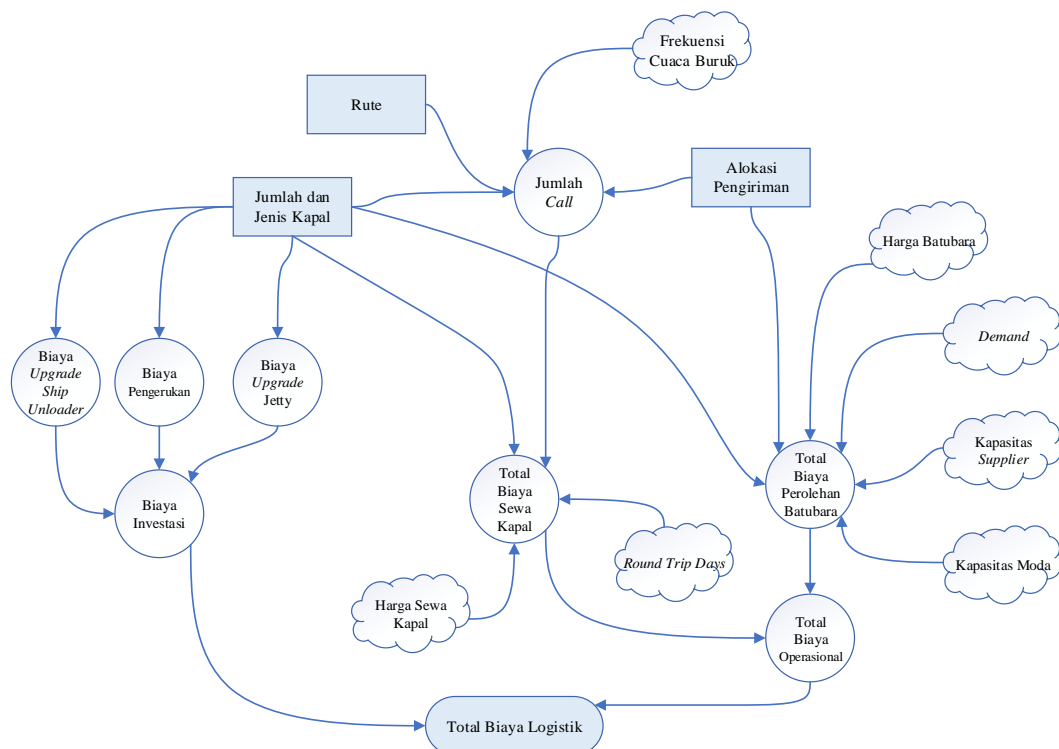
PLTU IP bisa dikelompokkan menjadi 7 klaster seperti yang tertera pada Gambar 3.3. Setiap klaster ini dikelompokkan berdasarkan kedekatan lokasi, kesamaan *supplier*, dan kondisi *jetty*-nya. Sebagai contoh PLTU Labuhan, Lontar, dan Pelabuhan Ratu dijadikan satu klaster karena kesamaan lokasinya, tetapi PLTU Suralaya dijadikan klaster yang berbeda karena kapasitas *jetty* Suralaya yang besar dan berbeda dengan PLTU lainnya sehingga menyebabkan kapal yang bersandar di Suralaya tidak bisa bersandar pada PLTU lain.

Klaster PLTU Labuhan, Lontar, dan Pelabuhan Ratu memiliki permasalahan yang lebih kompleks dari klaster yang lain. Hal ini dikarenakan banyaknya jumlah PLTU yang ada dalam satu klaster dan ketiga PLTU tersebut juga menggunakan *supplier* yang sama. Selain itu, terjadi gangguan cuaca pada PLTU Labuhan dan Pelabuhan Ratu yang menyebabkan perlunya penyesuaian dalam proses pengiriman menuju ketiga PLTU tersebut. Oleh karena itu, klaster tersebut dapat dijadikan sampel dalam proses penyelesaian masalah logistik di IP.



Gambar 3.3 Klaster PLTU IP

Selanjutnya dilakukan pembuatan model konseptual berdasarkan elemen permasalahan yang telah diidentifikasi. Model konseptual permasalahan logistik batubara IP dapat digambarkan dengan *influence diagram* sesuai pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Influence Diagram* Logistik Batubara IP

Berdasarkan Gambar 3.4 dapat dilihat bahwa output akhir yaitu total biaya logistik didapatkan dari total biaya operasional yang terdiri dari biaya perolehan batubara dan biaya transportasi, dan juga total biaya investasi. Biaya perolehan batubara bergantung pada variabel keputusan yaitu hasil alokasi dikalikan dengan harga batubara, dimana alokasi ini mempertimbangkan demand, kapasitas supplier, dan kapasitas moda. Sedangkan biaya transportasi dipengaruhi oleh biaya bahan bakar, dan biaya sewa kapal. Biaya sewa kapal ini bergantung pada jumlah dan jenis kapal serta rute yang ditentukan.

Biaya investasi dipengaruhi oleh variabel biaya upgrade ship unloader, biaya pengerukan, dan biaya upgrade jetty yang bergantung pada jenis kapal yang bersandar pada pelabuhan tersebut.

### 3.3 Perancangan Model Matematis

Setelah dilakukan validasi model konseptual, langkah selanjutnya adalah mengembangkan model konseptual menjadi model matematis. Model matematis terdiri dari:

- *Decision Variable*  
*Decision variable* permasalahan ini adalah alokasi pengiriman, jumlah trip, serta jumlah kapal yang digunakan.
- Fungsi Objektif  
Minimasi total biaya logistik pengiriman batubara.
- Batasan  
Beberapa batasan yang ada dalam permasalahan ini antara lain jumlah batubara yang dikirim oleh *supplier* tidak melebihi kapasitas kontrak, jumlah batubara yang diterima oleh PLTU tidak kurang dari *demand*, serta jumlah batubara yang diangkut setiap unit moda transportasi tidak melebihi kapasitas moda.

Selanjutnya dilakukan proses verifikasi untuk memastikan apakah *coding* pada *software* optimasi yang dibuat sudah sesuai dengan model matematis. Salah satu cara verifikasi yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan pengecekan apakah *output* yang dihasilkan *software* optimasi sudah memenuhi batasan pada model matematis. Kemudian dilakukan uji coba pada model matematis pada



beberapa skenario untuk mendapatkan solusi awal. *Output* yang dihasilkan model matematis ini adalah alokasi pengiriman dan jumlah kapal yang digunakan. *Output* ini akan diuji coba menggunakan model simulasi untuk mengetahui penerapannya pada level operasional.

### 3.4 Perancangan Model Simulasi

Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan model simulasi, verifikasi model simulasi, dan eksperimen menggunakan *software* simulasi. Model simulasi digunakan untuk mengecek apakah solusi yang dihasilkan pada model matematis dapat dijalankan pada level operasional. Model simulasi ini mempertimbangkan posisi inventori, adanya gangguan cuaca, dan waktu proses yang stokastik. Selain digunakan untuk menentukan jumlah kapal, model simulasi juga digunakan untuk mengetahui waktu berlayar masing-masing kapal sehingga dapat dihitung biaya transportasinya (biaya sewa kapal, biaya bahan bakar, dan biaya keagenan). Harapannya didapatkan biaya transportasi yang lebih murah dari biaya transportasi yang ada dalam kontrak, sehingga total biaya logistiknya juga menjadi lebih murah. Berikut adalah elemen sistem dalam simulasi.

1. Entitas

Entitas yang ada pada sistem ini adalah batubara.

2. Aktivitas

Aktivitas yang terjadi pada sistem logistik batubara ini adalah *loading* batubara di pelabuhan muat (pelabuhan pemasok), proses perjalanan menuju PLTU tujuan, serta proses *unloading* batubara di pelabuhan bongkar (PLTU).

3. *Resource*

*Resource* yang digunakan dalam sistem ini adalah kapal (tongkang/*vessel*), *ship loader/unloader*, dan *jetty*.

4. Kontrol

Aturan rute kapal ketika terjadi cuaca buruk merupakan kontrol yang diterapkan pada sistem ini. Kapal tongkang akan memperlambat kecepatannya pada saat gelombang pasang.

### **3.5 Kajian Kelayakan Finansial**

Pada tahap kajian kelayakan finansial akan dilakukan perhitungan biaya investasi (*capital expenditure*) dan biaya operasional (*operating expenditure*) untuk setiap alternatif. Biaya investasi yang dikeluarkan antara lain biaya pengerukan, biaya investasi *upgrade jetty*, maupun biaya investasi *upgrade ship unloader*. Sedangkan biaya operasional yang dikeluarkan berupa inkremental total biaya logistik (biaya perolehan batubara dan biaya transportasi), dan inkremental biaya *maintenance* dermaga dan *ship unloader*. Selanjutnya akan dilakukan uji kelayakan finansial dengan cara menghitung NPV dan IRR setiap alternatif.

### **3.6 Analisis Hasil**

Pada tahap ini akan dilakukan analisis mengenai biaya logistik yang dihasilkan untuk masing-masing alternatif. Selain itu juga akan dilakukan uji sensitifitas untuk melihat perubahan pada performansi sistem apabila nilai parameter seperti harga sewa kapal berubah.

### **3.7 Kesimpulan dan Saran**

Pada tahap ini akan dilakukan penarikan kesimpulan akhir berdasarkan hasil dan analisis yang dilakukan. Selain itu terdapat saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

## BAB 4

### PERANCANGAN MODEL

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai perancangan model yang dilakukan yang terdiri dari perancangan model matematis dan perancangan model simulasi. Model matematis dan model simulasi ini akan dijalankan pada beberapa skenario yaitu skenario tanpa *upgrade* PLTU, skenario *upgrade* 1 PLTU, skenario *upgrade* kombinasi 2 PLTU, dan skenario *upgrade* kombinasi 3 PLTU.

#### 4.1 Perancangan Model Matematis

Pada subbab ini akan dilakukan perancangan model matematis pengiriman batubara IP. Model matematis yang dibuat terdiri dari aproksimasi 1 dan aproksimasi 2.

##### 4.1.1 Aproksimasi 1

Aproksimasi 1 merupakan model dasar dimana model yang digunakan adalah pengembangan model transportasi dengan menambahkan indeks jenis moda dan jenis GCV batubara yang dibeli. Fungsi tujuan pada aproksimasi 1 adalah minimasi total biaya logistik.

➤ Indeks Aproksimasi 1

$i$  : indeks sumber (pelabuhan muat)

$j$  : indeks tujuan (pelabuhan bongkar)

$k$  : indeks moda transportasi

$p$  : indeks GCV yang dibeli

➤ Parameter Aproksimasi 1

$HB_{ijkp}$  : Harga batubara (CIF *delivery*) tiap MT batubara yang dikirimkan dari sumber  $i$ , menuju tujuan  $j$ , menggunakan moda transportasi  $k$ , dengan GCV  $p$

$Supply_{ijp}$  : Kapasitas *supply* sumber  $i$ , menuju tujuan  $j$ , dengan GCV  $p$

$Demand_{jp}$  : *Demand* tujuan  $j$ , dengan GCV  $p$

$MTrip_{ijkp}$  : Maksimum trip pengiriman dari sumber  $i$  menuju tujuan  $j$ , menggunakan moda transportasi  $k$  dengan GCV  $p$

$Kap\_Moda_k$  : Kapasitas moda transportasi  $k$

$MKapal_k$  : Jumlah moda transportasi  $k$  yang tersedia

$WBongkar_k$  : Lama waktu bongkar moda transportasi  $k$

➤ Variabel Keputusan Aproksimasi 1

$X_{ijkp}$  : Jumlah batubara yang dikirimkan dari sumber  $i$ , menuju tujuan  $j$ , menggunakan moda transportasi  $k$ , dengan GCV  $p$

$NTrip_{ijkp}$  : Jumlah trip pengiriman dari sumber  $i$  menuju tujuan  $j$ , menggunakan moda transportasi  $k$ , dengan GCV  $p$

$NKapal_k$  : Jumlah moda transportasi  $k$  yang dibutuhkan

➤ Fungsi Tujuan Aproksimasi 1

Fungsi tujuan dalam pengiriman batubara ini adalah minimasi total biaya pengiriman batubara yang dapat dituliskan dalam persamaan berikut.

$$\text{Min } Z = \sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I HB_{ijkp} \times X_{ijkp} \quad (4.1)$$

➤ Batasan Aproksimasi 1

Beberapa batasan yang digunakan dalam aproksimasi 1, antara lain:

$$\sum_{k=1}^K X_{ijkp} \leq \text{Supply}_{ijp}, \forall i, j, p \quad (4.2)$$

$$\sum_{k=1}^K X_{ijkp} \geq \text{MinProsentase} \times \text{Supply}_{ijp}, \forall i, j, p \quad (4.3)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K X_{ijkp} \geq \text{Demand}_{jp}, \forall j, p \quad (4.4)$$

$$\sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \frac{X_{ijkp}}{Kap\_Moda_k} = NTrip_{ijkp}, \forall i, j, k, p \quad (4.5)$$

$$NTrip_{ijkp} \leq MTrip_{ijkp}, \forall i, j, k, p \quad (4.6)$$

$$NTrip_{ijkp} \times RTD_{ijkp} \leq 365 \times MKapal_k \quad (4.7)$$

$$\sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I NTrip_{ijkp} \times WBongkar_k \leq 365, \forall j \quad (4.8)$$

$$NKapal_k = \frac{\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I NTrip_{ijkp} \times RTD_{ijkp}}{365}, \forall j \quad (4.10)$$

$$X_{ijkp} \text{ integer} \quad (4.10)$$

$$NTrip_{ijkp} \text{ integer} \quad (4.11)$$

Persamaan (4.2) memastikan bahwa jumlah batubara yang dikirim tidak melebihi kapasitas *supply* (kontrak), sedangkan persamaan (4.3) memastikan bahwa total batubara yang dikirim melebihi batas minimum kontrak. Persamaan (4.4) memastikan bahwa jumlah batubara yang diterima oleh tujuan sesuai dengan *demand*. Persamaan (4.5) men-*generate* jumlah trip yang dibutuhkan untuk mengirim batubara dimana pada setiap pengiriman harus *Full Container Load* (FCL). Persamaan (4.6) dan (4.7) memastikan bahwa jumlah trip yang dilakukan tidak melebihi batas maksimum trip dan total *round trip days* yang bisa dilakukan bergantung pada jumlah kapal yang tersedia. Persamaan (4.8) memastikan bahwa waktu operasi pelabuhan tujuan tidak melebihi batas maksimal *Berth Occupancy Ratio* (BOR) pelabuhan. Persamaan (4.10) dan (4.11) memastikan bahwa jumlah batubara yang dikirimkan dan jumlah trip yang dilakukan merupakan bilangan bulat.

#### 4.1.2 Aproksimasi 2

Aproksimasi 2 merupakan pengembangan dari aproksimasi 1, dimana pada aproksimasi ini ditambahkan batasan batubara yang dapat dikirim oleh *supplier* Titan Mining Energy ( $i \in R$ ), Rizki Anugrah Pratama ( $i \in S$ ), dan PLN BB ( $i \in T$ ). Pada ketiga *supplier* tersebut, tidak ditentukan batasan *supply* untuk setiap jenis sumber, tujuan, dan GCV tertentu, melainkan hanya batasan akumulatif. Pada aproksimasi 2 ditambahkan beberapa variabel keputusan dan batasan sebagai berikut.

##### ➤ Parameter Tambahan Aproksimasi 2

$A$  : Kapasitas *supply* Titan Mining Energy

$B_j$  : Kapasitas *supply* Rizki Anugrah Pratama untuk tujuan  $j$

$C_j$  : Kapasitas *supply* PLN BB untuk tujuan  $j$

##### ➤ Batasan Tambahan Aproksimasi 2

$$\sum_{k=1}^K X_{ijkp} \leq \text{Supply}_{ijp}, \forall i, j, p \mid i \notin R, S, T \quad (4.12)$$

$$\sum_{k=1}^K X_{ijkp} \geq \text{MinProsentase} \times \text{Supply}_{ijp}, \forall i, j, p \mid i \notin R, S, T \quad (4.13)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i \in R}^I X_{ijkp} \leq A \mid i \in R, j = 1, p = 4 \quad (4.14)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i \in R}^I X_{ijkp} \geq \text{MinProsentase} \times A \mid i \in R, j = 1, p = 4 \quad (4.15)$$

$$\sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K \sum_{i \in S}^I X_{ijkp} \leq B_j, \forall j \mid i \in S \quad (4.16)$$

$$\sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K \sum_{i \in S}^I X_{ijkp} \geq \text{MinProsentase} \times B_j, \forall j \mid i \in S \quad (4.17)$$

$$\sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K \sum_{i \in T}^I X_{ijkp} \leq C_j, \forall j \mid i \in T \quad (4.18)$$

$$\sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K \sum_{i \in T}^I X_{ijkp} \geq \text{MinProsentase} \times C_j, \forall j \mid i \in T \quad (4.19)$$

Persamaan (4.12) dan (4.13) menggantikan persamaan (4.2) dan (4.3) sehingga batasan *supply* tidak berlaku untuk supplier Titan Mining Energy, Rizki Anugrah Pratama, dan PLN BB. Persamaan (4.14) hingga (4.19) membatasi minimum dan maksimum jumlah batubara yang dikirim sesuai dengan *supply* ketiga *supplier* tersebut.

Hasil dari model matematis adalah alokasi pengiriman dari sumber  $i$ , menuju tujuan  $j$ , menggunakan moda transportasi  $k$ , dan membawa batubara dengan GCV  $p$ . Setelah itu dilakukan pengelompokkan jalur yang dilakukan setiap jenis kapal. Jalur yang dimaksud mencakup sumber, tujuan, GCV, dan total volume kirim. Sebagai contoh, beberapa jalur yang dilakukan tongkang kapal 330ft dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1. Jalur Kapal 330ft

Jalur	Sumber	Tujuan	GCV	Total Volume Kirim	Jumlah Trip
1	3	Pelabuhan Ratu	4900	423000	47
2	5	Pelabuhan Ratu	4200	18000	2
3	13	Pelabuhan Ratu	4700	180000	20
4	16	Pelabuhan Ratu	4400	27000	3
5	20	Pelabuhan Ratu	4600	9000	1
6	1	Labuhan	4200	63000	7
7	3	Labuhan	4900	486000	54
8	6	Labuhan	4250	45000	5
9	14	Labuhan	4700	261000	29
10	5	Lontar	4200	18000	2
11	6	Lontar	4250	36000	4
12	13	Lontar	4700	315000	35

#### 4.1.3 Validasi Model Matematis

Pada proses validasi internal (verifikasi) dilakukan pengecekan hasil fungsi tujuan. Hasil fungsi tujuan (*objective value*) pada program optimasi dibandingkan dengan hasil fungsi tujuan pada Microsoft Excel. Berdasarkan hasil perhitungan Microsoft Excel didapatkan total biaya logistik sebesar 3,223,190,109,508, sedangkan hasil fungsi tujuan pada program optimasi menunjukkan nilai  $3.2232 \times 10^{12}$ . Hal ini menunjukkan bahwa hasil fungsi tujuan pada program optimasi sudah sesuai dengan model matematis.

Validasi eksternal merupakan proses pengecekan apakah model matematis yang dirancang sudah sesuai dengan *real system*. Pengecekan ini bisa dilakukan dengan pengujian pada titik ekstrem yang bisa diprediksi hasilnya. Model matematis dirancang untuk menghasilkan alokasi pengiriman yang mampu meminimasi biaya logistik. Dalam rangka mencapai biaya logistik yang minimum, model akan cenderung memilih alokasi yang memiliki *cost* lebih rendah. Oleh karena itu, dilakukan pengecekan dengan data skala kecil untuk melihat perilaku model matematis. Berdasarkan hasil uji coba, didapatkan alokasi yang memilih *cost* rendah terpilih daripada alokasi dengan *cost* yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa perilaku model matematis yang dibuat sudah sesuai dengan *real system*.

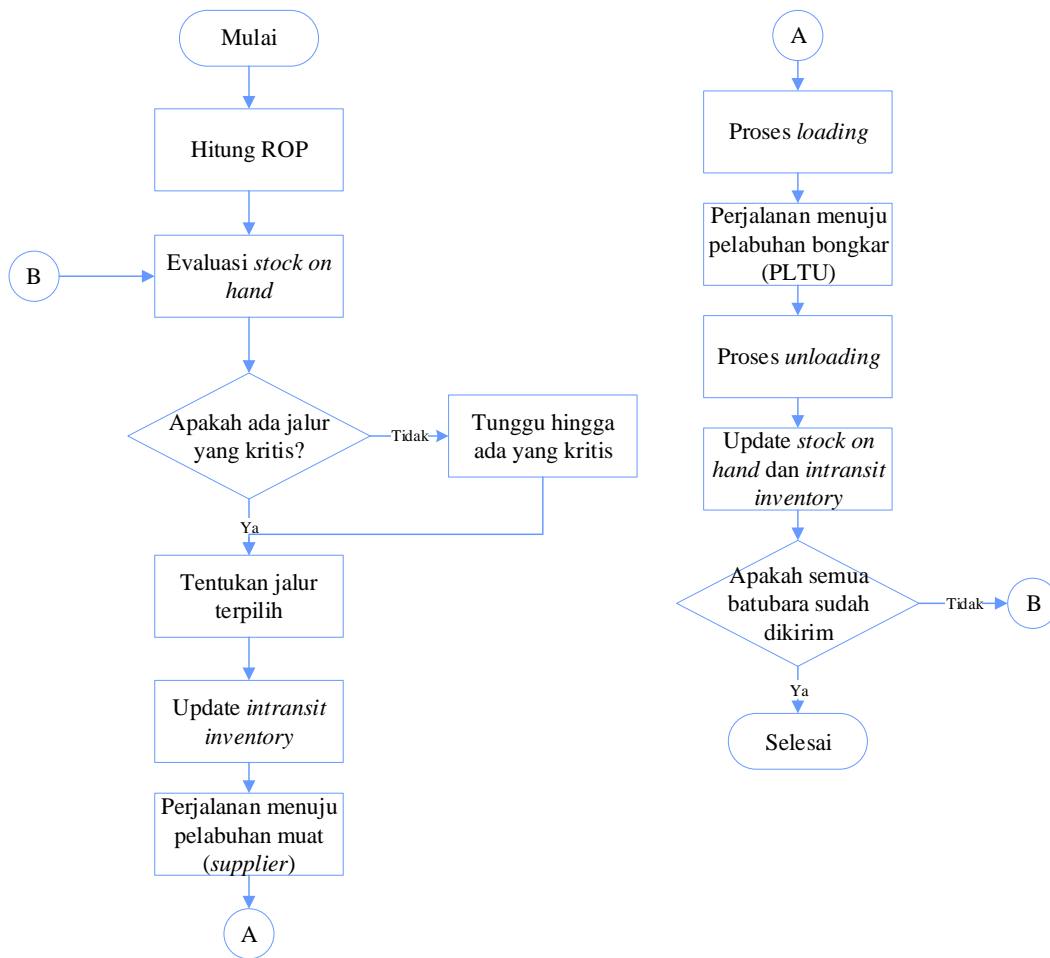
Pengecekan juga bisa dilakukan dengan melihat apakah solusi yang dihasilkan tidak melanggar batasan-batasan yang ada. Berdasarkan hasil yang diberikan, solusi model matematis tidak melanggar batasan yang ada baik batasan *supply*, *demand*, batasan trip, dan batasan *occupancy* pelabuhan.

## 4.2 Perancangan Model Simulasi

Dalam rangka mengevaluasi apakah solusi yang dihasilkan pada model matematis dapat dilaksanakan pada level operasional, maka dilakukan pengecekan dengan model simulasi. Berikut perancangan model simulasi yang dilakukan.

### 4.2.1 Model Konseptual Pengiriman Batubara

Gambar 4.1 menampilkan model konseptual pengiriman batubara IP.



Gambar 4.1 Model Konseptual Pengiriman Batubara

Proses dimulai dengan perhitungan ROP masing-masing rute. Kemudian pengiriman batubara baru akan dilakukan ketika ada jalur yang kritis. Jalur akan kritis ketika memenuhi persamaan berikut.

$$ROP_{jalur} = Safety\ Stock_{jalur} + Demand_{jalur} \times RTD_{jalur}$$

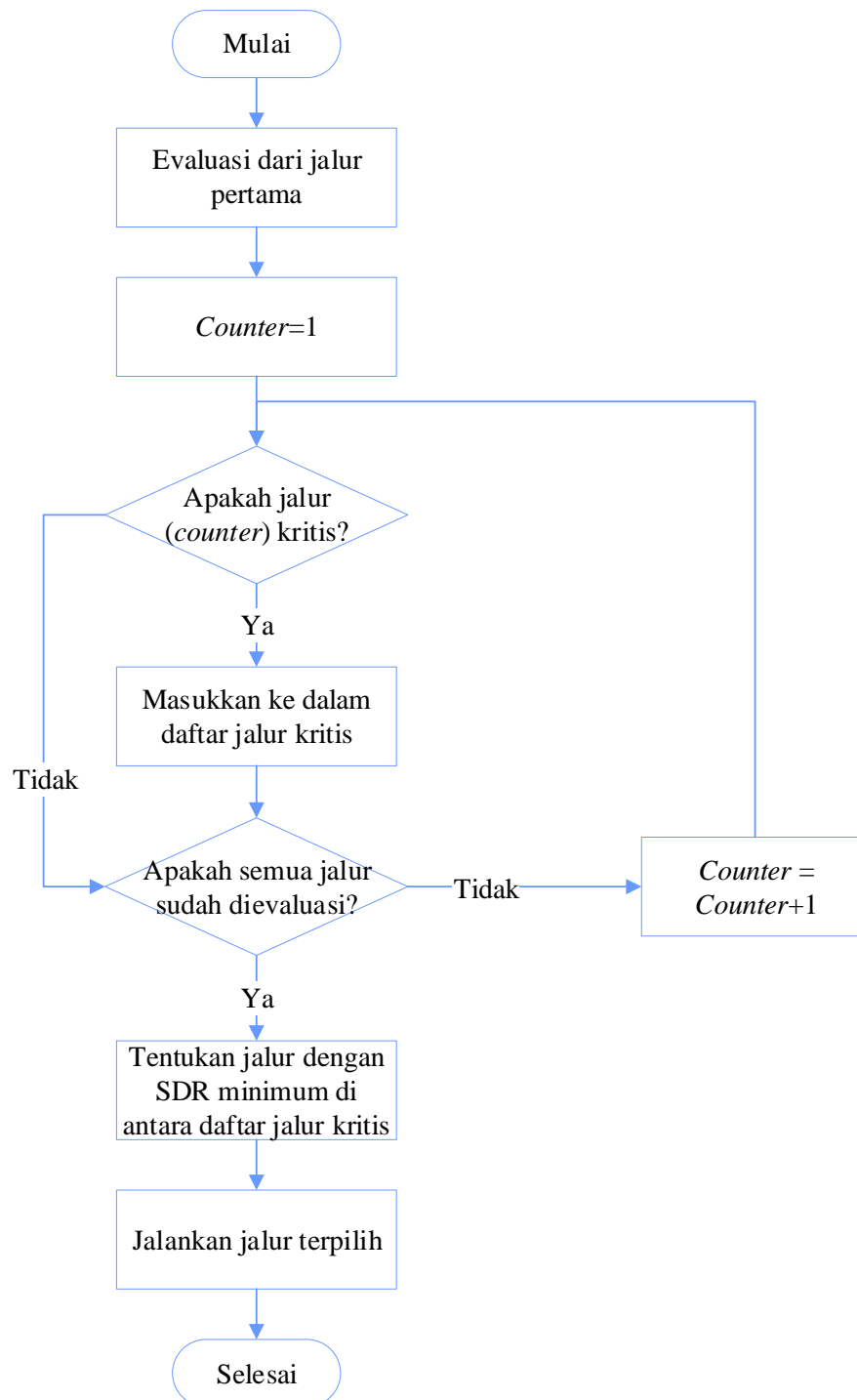
$$Onhand + Intransit \leq ROP_{jalur}$$

Pengiriman batubara dimulai dengan perjalanan menuju pelabuhan muat (*supplier*), *loading* batubara yang akan dikirimkan, perjalanan menuju pelabuhan bongkar (PLTU), dan *unloading* batubara yang dibawa. Selanjutnya kapal akan dievaluasi kembali apakah ada titik yang sedang kritis.



#### 4.2.2 SOP Penentuan Rute Kapal

Gambar 4.2 menampilkan model konseptual penentuan rute kapal yang dipilih.

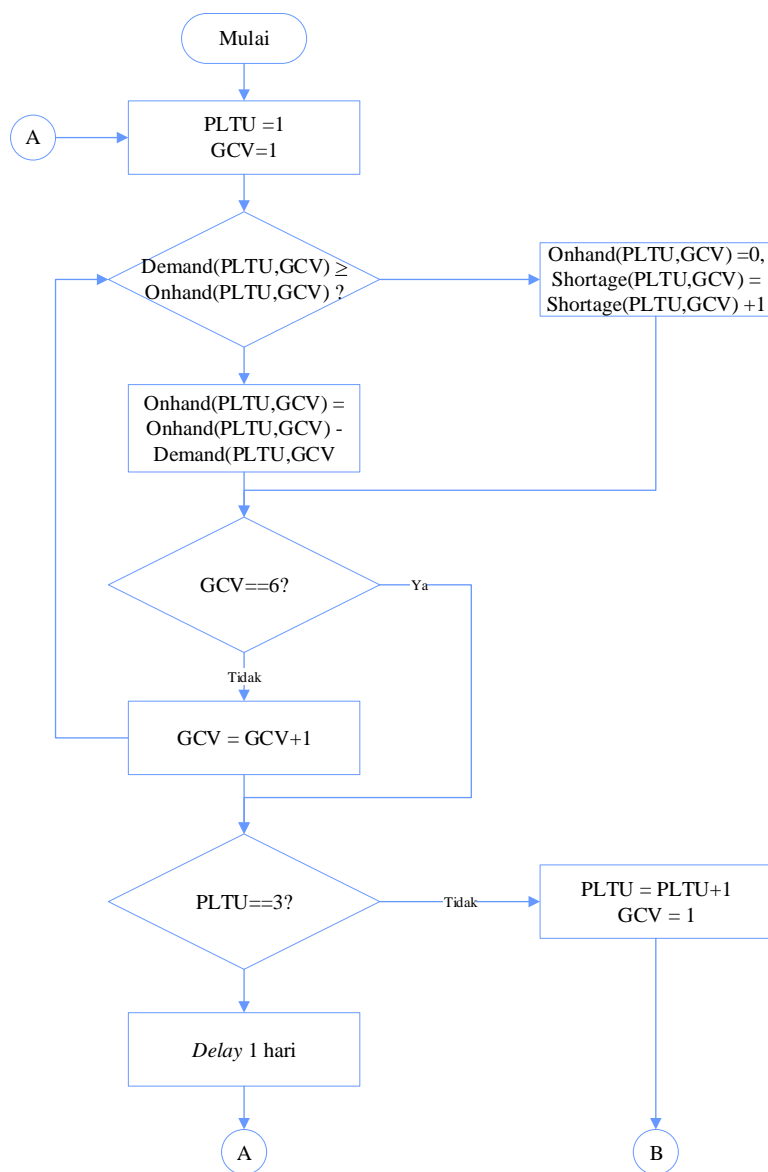


Gambar 4.2 SOP Penentuan Rute Kapal

Penentuan rute kapal dilakukan dengan menentukan jalur mana saja yang tujuannya sedang kritis. Apabila ditemukan beberapa jalur yang kritis, maka rute yang dilakukan adalah jalur yang paling kritis yaitu jalur yang memiliki *stock to demand ratio* (SDR) paling minimum.

#### 4.2.3 Updater Inventori dan Shortage

Gambar 4.3 menampilkan logika *updater* inventori dan *shortage*.

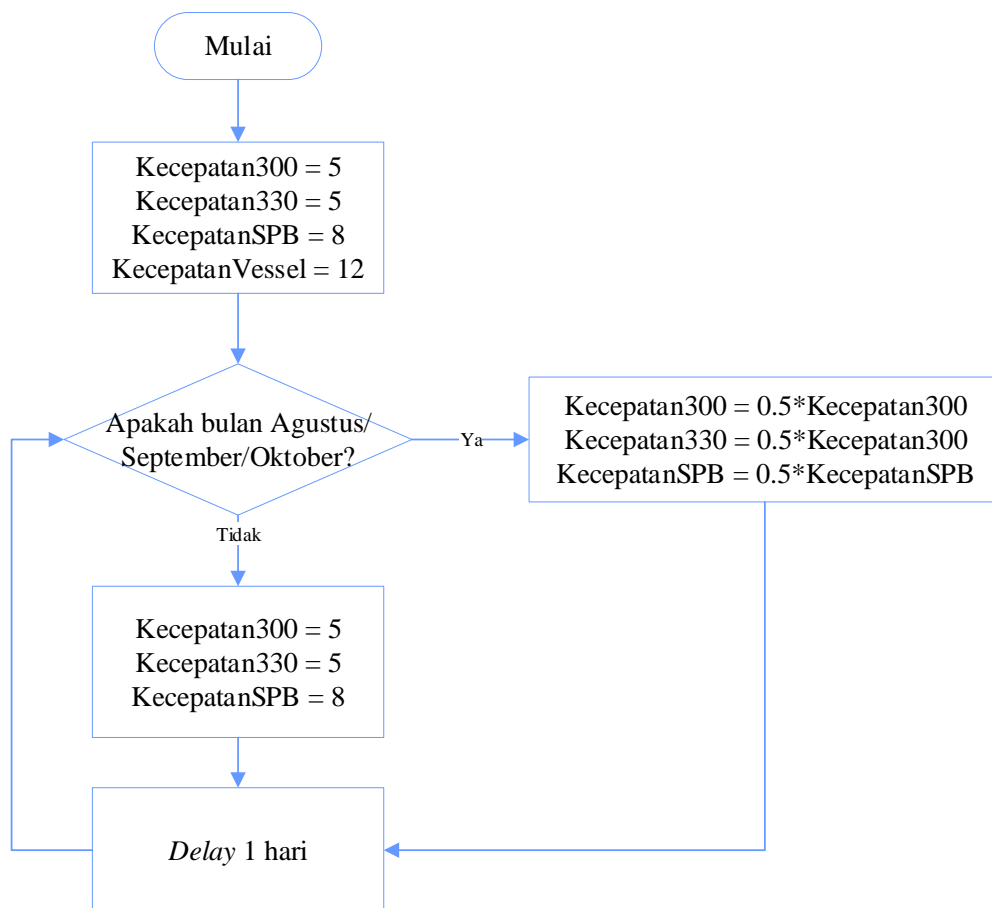


Gambar 4.3 *Updater* Inventori dan *Shortage*

*Updater* inventori dan *shortage* merupakan logika pengurangan inventori sebesar *demand* harian untuk setiap PLTU dan setiap GCV. Setiap harinya dilakukan pengecekan apakah inventori di PLTU 1 hingga 3 dan GCV 1 hingga 6 lebih dari *demand* hariannya. Jika inventori lebih besar, maka inventori akan berkurang sebesar *demand*, namun jika sebaliknya maka seluruh sisa inventori akan diambil sehingga inventori akan menjadi 0 dan dicatat sebagai *shortage*.

#### 4.2.4 *Updater Kecepatan Kapal*

Gambar 4.4 menampilkan logika *updater* kecepatan kapal.



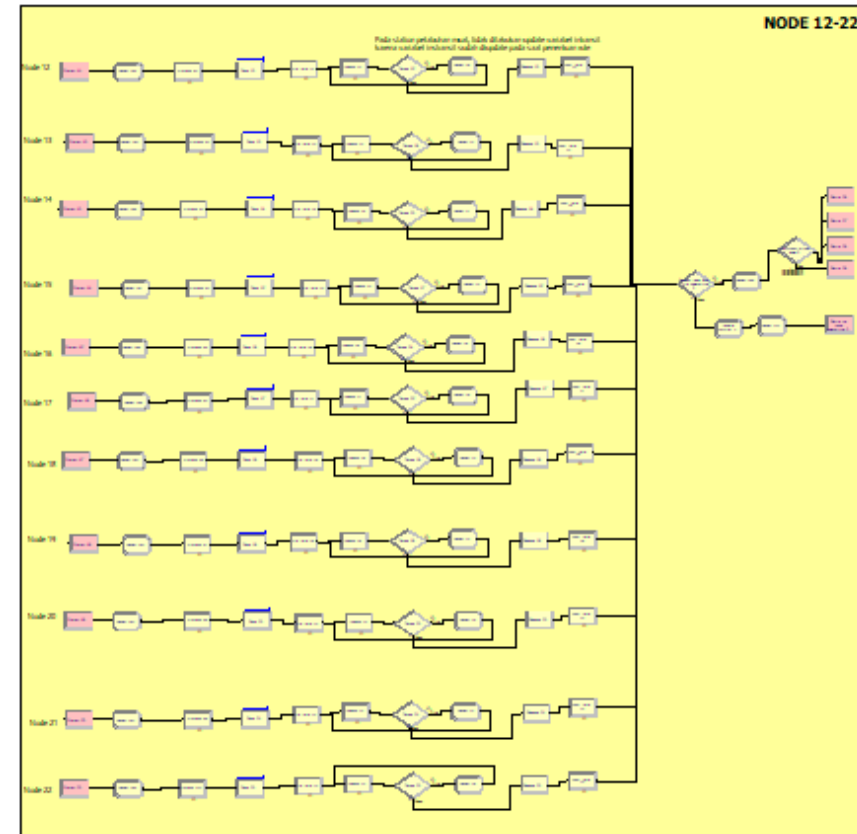
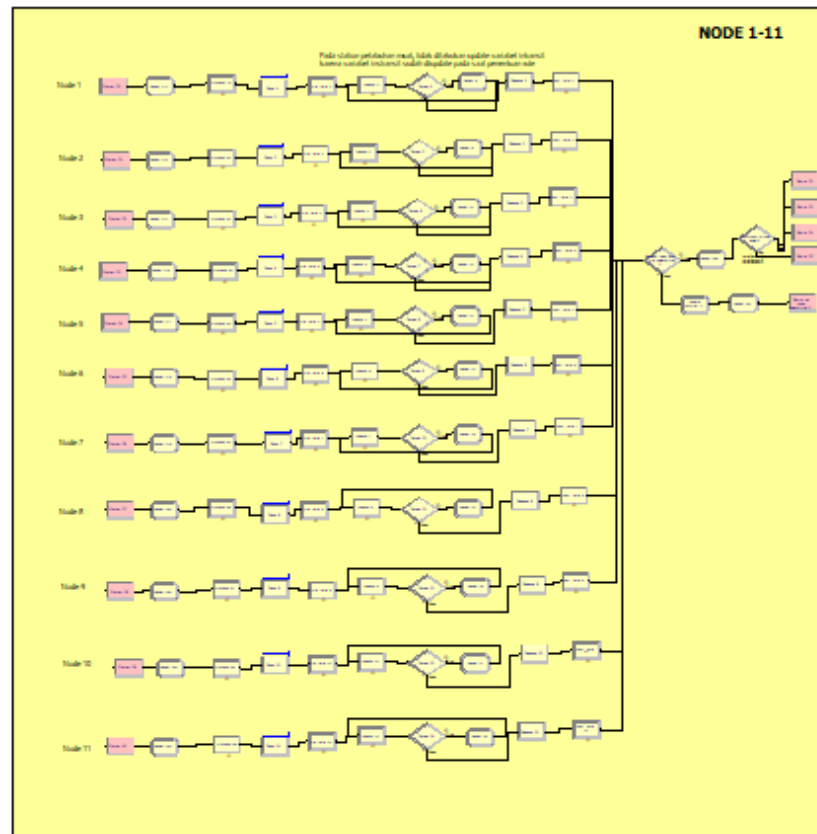
Gambar 4.4 *Updater Kecepatan Kapal*

*Updater* kecepatan kapal merupakan logika untuk menentukan kecepatan kapal di setiap harinya. Setiap harinya, waktu akan dievaluasi apakah sedang berada di bulan Agustus, September, atau Oktober. Jika waktu sedang berada pada bulan

tersebut, maka kecepatan tongkang akan berkurang 50%, sedangkan kecepatan vessel tetap. Jika waktu berada di luar ketiga bulan tersebut, maka kecepatan kapal akan sama dengan kecepatan awal.

#### 4.2.5 *Sub Model Simulasi Proses di Pelabuhan Muat*

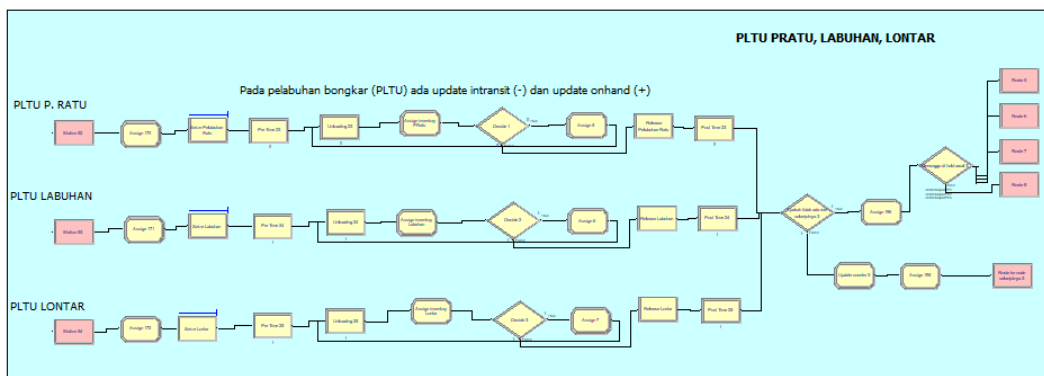
Model simulasi proses *loading* di pelabuhan muat (*supplier*) dapat dilihat pada Gambar 4.5. Proses *loading* di pelabuhan muat dimulai dari kedatangan kapal di modul *station* pelabuhan muat. Selanjutnya kapal akan melakukan *seize jetty* terlebih dahulu sebelum masuk ke kolam pelabuhan. Apabila *jetty* tersedia barulah kapal akan melakukan *pre time* yaitu perjalanan menuju kolam pelabuhan dan persiapan sandar. Selanjutnya kapal akan melakukan *loading* sesuai dengan volume batubara yang diangkut. Setelah proses *loading* selesai maka kapal akan melepaskan *jetty* dan melakukan *post time* yaitu persiapan layar dan perjalanan menuju luar kolam pelabuhan dan kemudian akan menuju tujuan selanjutnya.



Gambar 4.5 Model Simulasi Proses *Loading* di Pelabuhan Muat (*Supplier*)

#### 4.2.6 Sub Model Simulasi Proses di Pelabuhan Bongkar

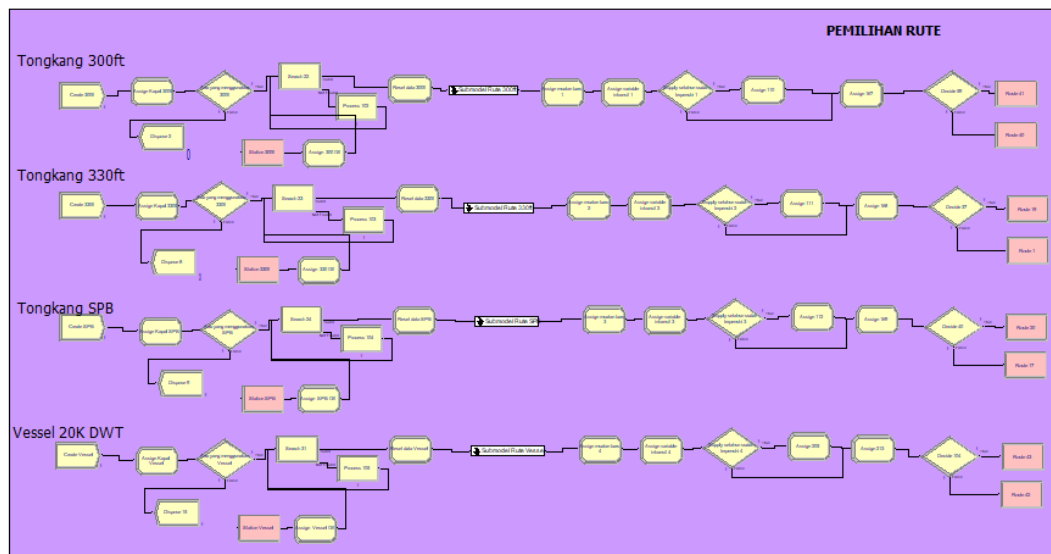
Sub model proses di pelabuhan bongkar digambarkan pada Gambar 4.6. Setelah kedatangan kapal di modul *station*, kapal akan melakukan *seize jetty*, proses *pre time*, dan proses *unloading* sama seperti submodel proses di pelabuhan muat. Akan tetapi pada sub model proses di pelabuhan bongkar ini, setelah kapal selesai melakukan bongkar, ada proses *update* inventori. Inventori akan bertambah sesuai muatan kapal, dan *intransit inventory* akan berkurang sesuai muatan kapal yang berarti muatan sudah sampai di tujuan. Setelah itu kapal akan melepaskan *jetty*, melakukan *post time*, dan mengecek apakah ada tujuan selanjutnya. Apabila ada tujuan selanjutnya maka kapal akan melakukan perjalanan sesuai jarak pelabuhan selanjutnya, namun jika tidak maka kapal akan mengevaluasi kembali apakah ada trip sedang kritis.



Gambar 4.6 Model Simulasi Proses *Unloading* di Pelabuhan Bongkar (PLTU)

#### 4.2.7 Sub Model Simulasi Penentuan Rute

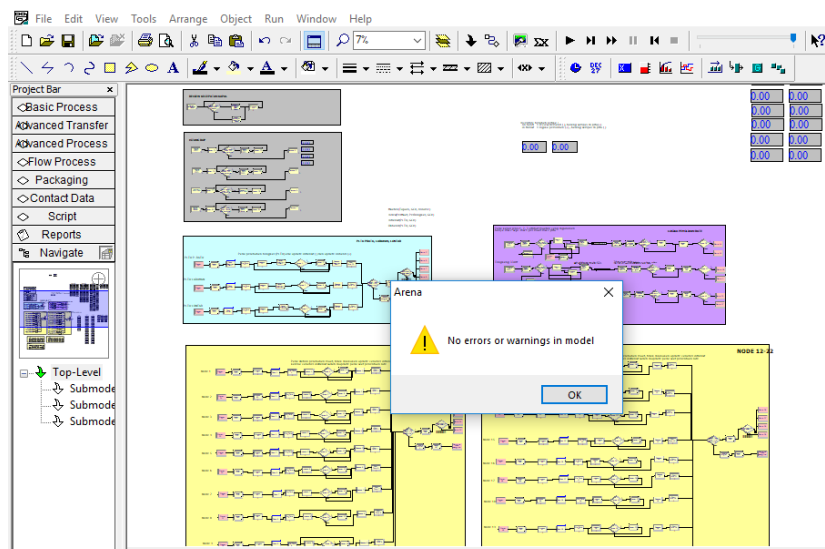
Gambar 4.7 menggambarkan model simulasi penentuan rute. Pada mulanya kapal yang baru dibuat pada modul *create* maupun kapal yang sedang tidak ada tujuan akan dievaluasi apakah ada yang sedang kritis. Jika tidak ada trip yang kritis, maka kapal akan menunggu hingga ada yang kritis. Selanjutnya kapal akan melakukan penentuan trip mana yang akan dilakukan sesuai SOP penentuan rute kapal yang dirancang pada Gambar 4.2. Kemudian kapal akan menuju pelabuhan muat sesuai dengan rute yang terpilih.



Gambar 4.7 Model Simulasi Penentuan Route

#### 4.2.8 Validasi Model Simulasi

Validasi internal (verifikasi) model simulasi dilakukan dengan cara melakukan pengecekan apakah hasil simulasi sudah sesuai dengan model konseptual yang dirancang. Langkah pertama adalah melakukan pengecekan apakah ada *error* yang terjadi pada model simulasi yang dibuat seperti yang tertera pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Pengecekan *Error* Model Simulasi

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa tidak ada *error* yang terjadi model simulasi yang dibuat. Selanjutnya dilakukan pengecekan logika-logika yang dibuat pada model simulasi.

Model simulasi dibuat untuk mengecek apakah jumlah kapal yang dihasilkan pada model matematis mencukupi pada level operasional. Berdasarkan hasil simulasi, hingga akhir *running* jumlah *shortage* yang terjadi adalah sejumlah 0. Selain itu, seluruh alokasi pengiriman dalam satu tahun sudah seluruhnya dikirimkan hingga akhir tahun. Hal berarti model simulasi yang dibuat sudah sesuai dengan kondisi yang diinginkan.

Validasi eksternal bisa dilakukan dengan melakukan dengan melihat animasi pada model simulasi dan melihat kewajaran *output* yang dihasilkan. Dari hasil animasi bisa dilihat bahwa entitas kapal berjalan sesuai dengan rute yang ditentukan. Selain itu, dari simulasi didapatkan utilitas layar kapal tongkang 330ft sekitar 0.5, dan utilitas layar vessel sekitar 0.3. Angka ini dinilai cukup wajar mengingat volume pengiriman kapal tongkang lebih banyak dari volume pengiriman kapal vessel. Dari hasil perhitungan biaya logistik hasil simulasi juga didapatkan hasil yang tidak berbeda jauh dari perhitungan biaya logistik menggunakan model matematis. Hal ini menandakan output yang dihasilkan model simulasi masih dalam tingkat kewajaran dan model simulasi dapat dinyatakan valid.

#### 4.2.9 Penentuan Jumlah Replikasi

Perhitungan jumlah replikasi diperlukan karena sistem yang ada pada simulasi memiliki sifat *Random Input Random Output* (RIRO).

Tabel 4.2 Perhitungan Jumlah Replikasi

Replikasi	Utilitas Layar Kapal Tongkang 300ft
1	0.5105
2	0.5162
3	0.4974
4	0.5046
5	0.5672
Rata-Rata	0.51916
Standard Deviasi	0.0277



Hasil *running* model simulasi dengan replikasi awal yang tetapkan dapat dilihat pada Tabel 4.2. Kemudian untuk mengevaluasi apakah jumlah replikasi awal sudah cukup atau belum, maka perlu dilakukan perhitungan *half width* menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Half\ width = \frac{\left(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}\right) \times s}{\sqrt{n}} \quad (4.19)$$

Keterangan:

n = Jumlah replikasi awal = 5

$\alpha$  = *Level of significance* = 5%

s = Standard deviasi

sehingga didapatkan hasil sebagai beirkut.

$$Halfwidth = \frac{2.776 \times 0.0277}{\sqrt{5}}$$

$$Halfwidth = 0.0127$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, didapatkan nilai *half width* sebesar 0.0127, atau sebesar 2.4% dari rata-rata hasil simulasi. Nilai tersebut relatif kecil dan sesuai dengan yang diinginkan sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan 5 replikasi sudah cukup mewakili sistem yang ada.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB 5

### IMPLEMENTASI DAN ANALISIS

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai implementasi dan analisis meliputi hasil model matematis, hasil model simulasi, perhitungan biaya logistik, uji kelayakan finansial, perencanaan pengiriman, serta analisis hasil.

#### 5.1 Hasil Model Matematis

Model matematis aproksimasi 2 dijalankan untuk 8 (delapan) skenario yang ada. Delapan skenario tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Skenario yang Dijalankan

Skenario	Upgrade Pelabuhan Ratu	Upgrade PLTU Labuhan	Upgrade PLTU Lontar
1	x	x	x
2	√	x	x
3	x	√	x
4	x	x	√
5	√	√	x
6	√	x	√
7	x	√	√
8	√	√	√

Selanjutnya dilakukan rekap alokasi dan total biaya logistik hasil model matematis. Alokasi hasil model matematis dapat dilihat pada Lampiran 1. Total biaya logistik didapatkan dari jumlah batubara yang dikirimkan (alokasi batubara) dikalikan dengan harga batubara hingga sampai PLTU tujuan (CIF *Delivery*). Tabel 5.2 menampilkan total biaya logistik batubara dari hasil model matematis, sedangkan Tabel 5.3 menampilkan jumlah kapal yang dibutuhkan pada model matematis.

Tabel 5.2 Total Biaya Logistik Hasil Model Matematis

	Skenario 1 [a]	Skenario 2 [b]	Skenario 3 [c]	Skenario 4 [d]
Pelabuhan Ratu	Rp896,078,071,315	Rp893,185,960,093	Rp896,078,071,315	Rp894,699,828,775
Labuhan	Rp725,902,220,746	Rp724,033,686,868	Rp725,902,220,746	Rp725,515,243,946
Lontar	Rp1,601,209,817,447	Rp1,602,200,108,179	Rp1,601,209,817,447	Rp1,601,963,580,711
<b>Total</b>	<b>Rp3,223,190,109,508</b>	<b>Rp3,219,419,755,140</b>	<b>Rp3,223,190,109,508</b>	<b>Rp3,222,178,653,432</b>
<b>Saving terhadap [a]</b>	-	Rp3,770,354,368	Rp0	Rp1,011,456,076

Tabel 5.2 Total Biaya Logistik Hasil Model Matematis (Lanjutan)

	Skenario 5 [e]	Skenario 6 [f]	Skenario 7 [g]	Skenario 8 [h]
Pelabuhan Ratu	Rp893,185,960,093	Rp891,953,238,213	Rp894,699,828,775	Rp891,953,238,213
Labuhan	Rp724,033,686,868	Rp722,764,595,529	Rp725,515,243,946	Rp722,764,595,529
Lontar	Rp1,602,200,108,179	Rp1,602,932,720,977	Rp1,601,963,580,711	Rp1,602,932,720,977
<b>Total</b>	<b>Rp3,219,419,755,140</b>	<b>Rp3,217,650,554,719</b>	<b>Rp3,222,178,653,432</b>	<b>Rp3,217,650,554,719</b>
<b>Saving terhadap [a]</b>	Rp3,770,354,368	Rp5,539,554,789	Rp1,011,456,076	Rp5,539,554,789

Tabel 5.3 Jumlah Kapal Hasil Model Matematis

	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5	Skenario 6	Skenario 7	Skenario 8
Tongkang 300ft	7	4	7	6	4	1	6	1
Tongkang 330ft	10	10	10	9	10	10	9	10
SPB	8	8	8	8	8	8	8	8
Vessel	0	1	0	1	1	2	1	2

Berdasarkan hasil Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa alternatif *upgrade* PLTU Labuhan tidak memberikan *saving* pada biaya logistik. Hal ini bisa dilihat dari total biaya pada skenario 3 sama dengan skenario 1, total biaya skenario 5 sama dengan skenario 2, total biaya skenario 7 sama dengan skenario 4, dan total biaya skenario 8 sama dengan skenario 6. Oleh karena itu, pada proses selanjutnya alternatif *upgrade* PLTU Labuhan akan dihapuskan sehingga skenario yang dipertimbangkan hanya skenario 1, 2, 4, dan 6.

## 5.2 Hasil Model Simulasi

Setelah dilakukan *running* model simulasi untuk skenario 1, 2, 4, dan 6 didapatkan kebutuhan jumlah kapal pada masing-masing skenario. Jumlah kapal dikatakan cukup jika tidak terjadi *shortage* yang terjadi pada ketiga PLTU selama satu tahun. Jumlah kapal yang dibutuhkan berdasarkan hasil model simulasi dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Jumlah Kapal Hasil Model Simulasi

	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 4	Skenario 6
Tongkang 300ft	7	5	6	7
Tongkang 330ft	11	11	9	11
SPB	9	8	10	10
Vessel	0	1	1	2

Dari hasil model simulasi, didapatkan jumlah kapal yang lebih banyak daripada hasil model matematis. Hal ini wajar dikarenakan jumlah kapal yang dihasilkan pada model matematis belum mempertimbangkan adanya waktu tunggu pengiriman, gangguan cuaca buruk, serta waktu proses yang stokastik.

## 5.3 Perhitungan Biaya Logistik

Total biaya logistik pada model simulasi diperoleh dari total biaya perolehan batubara dan total biaya transportasi. Total biaya perolehan batubara didapatkan dari hasil kali alokasi batubara dengan HPB (FOB *Delivery*). Sedangkan biaya transportasi didapatkan dari total biaya sewa kapal, biaya bahan bakar saat kapal berlayar, biaya bahan bakar saat kapal berhenti, dan biaya keagenan. Harga

bahan bakar dan *rate* konsumsi bahan bakar masing-masing moda transportasi tertera pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6.

Tabel 5.5 Harga Bahan Bakar

	Harga (Rp/L)
MFO	Rp8.200
HSD	Rp11.450

Sumber:infohargabbm.com

Tabel 5.6 *Rate* Konsumsi Bahan Bakar

Moda Transportasi	Berlayar		Berhenti	
	Jenis	<i>Rate</i> (L/Jam)	Jenis	<i>Rate</i> (L/Jam)
Tongkang 300ft	HSD	167	HSD	30
Tongkang 330ft	HSD	196	HSD	30
SPB	HSD	208	HSD	30
Vessel	MFO	520	HSD	50
			MFO	20

Biaya sewa kapal didapatkan dari hasil kali jumlah kapal yang dibutuhkan dengan harga sewa kapal per unitnya. Tabel 5.7 menampilkan harga sewa kapal per tahun (termasuk awak kapal) untuk masing-masing kapal.

Tabel 5.7 Harga Sewa Kapal

Jenis Kapal	Harga Sewa (Rp/Tahun)	Jumlah Kapal Tersedia
Tongkang 300ft	Rp5,880,000,000	10
Tongkang 300ft (Baru)	Rp7,056,000,000	999
Tongkang 330ft	Rp6,432,000,000	10
Tongkang 330ft (Baru)	Rp7,718,400,000	999
SPB	Rp6,624,000,000	8
SPB (Baru)	Rp7,948,800,000	999
Vessel	Rp24,780,000,000	4
Vessel (Baru)	Rp29,736,000,000	999

Rekap perhitungan biaya logistik masing-masing skenario dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Perhitungan Biaya Logistik

	Skenario 1 [a]	Skenario 2 [b]	Skenario 4 [c]	Skenario 6 [d]
<b>Biaya Perolehan Batubara</b>				
Pelabuhan Ratu	Rp742,731,567,928	Rp750,795,772,396	Rp742,430,933,706	Rp749,373,197,420
Labuhan	Rp637,844,043,980	Rp638,035,023,416	Rp638,162,827,180	Rp638,370,326,744
Lontar	Rp1,367,502,470,572	Rp1,368,025,993,336	Rp1,382,597,633,336	Rp1,382,970,557,100
<b>Total Biaya Perolehan Batubara</b>	<b>Rp2,748,078,082,480</b>	<b>Rp2,756,856,789,148</b>	<b>Rp2,763,191,394,222</b>	<b>Rp2,770,714,081,264</b>
<b>Biaya Transportasi</b>				
Biaya Sewa Tongkang 300ft	Rp41,160,000,000	Rp29,400,000,000	Rp35,280,000,000	Rp5,880,000,000
Biaya Sewa Tongkang 330ft	Rp72,038,400,000	Rp72,038,400,000	Rp57,888,000,000	Rp72,038,400,000
Biaya Sewa SPB	Rp60,940,800,000	Rp52,992,000,000	Rp68,889,600,000	Rp68,889,600,000
Biaya Sewa Vessel	Rp0	Rp24,780,000,000	Rp24,780,000,000	Rp49,560,000,000
Biaya Konsumsi Bahan Bakar	Rp295,136,048,553	Rp274,432,181,337	Rp265,938,775,925	Rp245,505,667,531
Biaya Keagenan	Rp3,680,000,000	Rp4,025,000,000	Rp3,565,000,000	Rp3,795,000,000
<b>Total Biaya Transportasi</b>	<b>Rp472,955,248,553</b>	<b>Rp457,667,581,337</b>	<b>Rp456,341,375,925</b>	<b>Rp445,668,667,531</b>
<b>Total Biaya Logistik</b>	<b>Rp3,221,033,331,033</b>	<b>Rp3,214,524,370,485</b>	<b>Rp3,219,532,770,147</b>	<b>Rp3,216,382,748,795</b>
<i>Saving terhadap [a]</i>	-	<b>Rp6,508,960,548</b>	<b>Rp1,500,560,886</b>	<b>Rp4,650,582,239</b>

## **5.4 Kajian Kelayakan Finansial**

Pada subbab ini akan dilakukan kajian kelayakan finansial meliputi biaya investasi, biaya operasional, asumsi yang digunakan, perhitungan *cash flow*, serta perhitungan indikator kelayakan.

### **5.4.1 Biaya Investasi Upgrade Dermaga**

Tabel 5.9, Tabel 5.10, dan Tabel 5.11 masing-masing menampilkan biaya investasi yang akan dikeluarkan apabila melakukan *upgrade* dermaga pada PLTU Pelabuhan Ratu, PLTU Labuhan, dan PLTU Lontar. Biaya investasi yang tertera merupakan hasil kajian kelayakan teknis yang dilakukan oleh Tim Konsultan BPPU ITS pada tahun 2017.



Tabel 5.9 Biaya Investasi *Upgrade* Dermaga PLTU Pelabuhan Ratu

Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
<b>1 Breasting Dolphin</b>				
Pengadaan SPP	m	1,980.0	Rp3,354,600	Rp6,642,108,000
Transport ke lokasi dan posisi	m	1,980.0	Rp37,320	Rp73,893,600
Pemancangan	m	1,980.0	Rp484,857	Rp960,016,860
Pemotongan dan pengelasan tiang pancang	nos	44.0	Rp570,753	Rp25,113,131
HDPE	m <sup>2</sup>	1,326.1	Rp2,780,000	Rp3,686,637,953
<b>2 Pekerjaan beron K-350</b>				
Isian beton tiang pancang	m <sup>3</sup>	31.9	Rp4,407,476	Rp140,443,341
Poer 650x400x150	m <sup>3</sup>	344.6	Rp4,407,476	Rp1,519,009,057
<b>3 Pekerjaan pembongkaran plat dan balok beton</b>				
Plat dan balok dermaga k=350	m <sup>3</sup>	30.4	Rp2,093,551	Rp63,574,605
<b>4 Pengerjaan pemasangan Fender</b>				
Fender SCN 1300	unit	11.0	Rp414,893,600	Rp4,563,829,600
<b>5 Pekerjaan pengerukan</b>				
Pengerukan area alur dan kolam dermaga	m <sup>3</sup>	1,004,418.4	Rp50,000	Rp50,220,918,000
Total				Rp67,895,544,147
Biaya teknis cadangan (15%)				Rp10,184,331,622
<b>Grand Total</b>				<b>Rp78,079,875,769</b>

Tabel 5.10 Biaya Investasi *Upgrade* Dermaga PLTU Labuhan

	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
1	Conventional Mooring Buoy (CBM)	unit	4.0	Rp6,750,000,000	Rp27,000,000,000
2	Aksesoris kelengkapan	unit	4.0	Rp2,025,000,000	Rp8,100,000,000
	Total				Rp35,100,000,000
	Biaya teknis cadangan (15%)				Rp5,265,000,000
	<b>Grand Total</b>				<b>Rp40,365,000,000</b>

Tabel 5.11 Biaya Investasi *Upgrade* Dermaga PLTU Lontar

	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
<b>1</b>	<b>Breasting Dolphin</b>				
	Pengadaan SPP	m	1,980.0	Rp3,354,600	Rp6,642,108,000
	Transport ke lokasi dan posisi	m	1,980.0	Rp37,320	Rp73,893,600
	Pemancangan	m	1,980.0	Rp484,857	Rp960,016,860
	Pemotongan dan pengelasan tiang pancang	nos	44.0	Rp570,753	Rp25,113,131
	HDPE	m <sup>2</sup>	1,326.1	Rp2,780,000	Rp3,686,637,953
<b>2</b>	<b>Pekerjaan beron K-350</b>				
	Isian beton tiang pancang	m <sup>3</sup>	31.9	Rp4,407,476	Rp140,443,341
	Poer 650x400x150	m <sup>3</sup>	344.6	Rp4,407,476	Rp1,519,009,057
<b>3</b>	<b>Pekerjaan pembongkaran plat dan balok beton</b>				
	Plat dan balok dermaga k=350	m <sup>3</sup>	30.4	Rp2,093,551	Rp63,574,605
<b>4</b>	<b>Pengerjaan pemasangan Fender</b>				
	Fender SCN 1300	unit	11.0	Rp414,893,600	Rp4,563,829,600
<b>5</b>	<b>Pekerjaan pengerukan</b>				
	Pengerukan area alur dan kolam dermaga	m <sup>3</sup>	1,163,490.6	Rp50,000	Rp58,174,530,000
	Total				Rp75,849,156,147
	Biaya teknis cadangan (15%)				Rp11,377,373,422
	<b>Grand Total</b>				<b>Rp87,226,529,569</b>

#### 5.4.2 Biaya Operasional

Biaya operasional meliputi biaya logistik (biaya perolehan batubara dan biaya transportasi), biaya *maintenance* dermaga, dan biaya *maintenance ship unloader*. Pada skenario 2, 4, dan 6 inkremental biaya *maintenance* pengembangan dermaga diasumsikan sebesar 0.5% dari biaya investasi yang dikeluarkan. Sedangkan inkremental biaya *maintenance ship unloader* diasumsikan tidak ada karena total volume batubara yang dibongkar pada skenario 2, 4, dan 6 tidak berbeda signifikan terhadap skenario 1.

#### 5.4.3 Asumsi Kajian Kelayakan Finansial

Asumsi yang digunakan dalam kajian kelayakan finansial IP adalah sebagai berikut:

- Kenaikan harga : 2% per tahun
- Masa manfaat aset : 20 tahun
- Periode studi : 30 tahun
- Pajak Pendapatan : 25%
- *Discount rate* : 12%
- *Salvage value* : 20% dari nilai investasi awal

#### 5.4.4 Cash Flow

*Cash flow* yang digunakan pada kajian kelayakan finansial penelitian ini adalah *incremental cash flow*. Hal ini dikarenakan biaya investasi dermaga yang sudah ada sebelumnya tidak diketahui. *Incremental cash flow* tiap tahunnya dapat diketahui dengan menghitung *initial outlay*, *annual cash flow*, dan *terminal value*. Perhitungan *initial outlay* dan *terminal value* masing-masing dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13.

Tabel 5.12 *Initial Outlay*

SKENARIO 2	SKENARIO 4	SKENARIO 6	Keterangan
<i>Initial Outlay</i>			
-Rp78,079,875,769	-Rp87,226,529,569	-Rp165,306,405,338	<i>Cost of new investment</i>
Rp0	Rp0	Rp0	<i>Shipping and installation</i>
-Rp78,079,875,769	-Rp87,226,529,569	-Rp165,306,405,338	<i>Depeciable asset</i>
Rp0.00	Rp0.00	Rp0.00	<i>Net working capital investment</i>
-Rp78,079,875,769	-Rp87,226,529,569	-Rp165,306,405,338	<i>Net intial outlay</i>

Tabel 5.13 *Terminal Value*

SKENARIO 2	SKENARIO 4	SKENARIO 6	Keterangan
<i>Terminal Cash Flow</i>			
Rp15,615,975,153.81	Rp17,445,305,913.81	Rp33,061,281,067.62	<i>Salvage value</i>
-Rp3,903,993,788	-Rp4,361,326,478	-Rp8,265,320,267	<i>Tax on capital gain</i>
Rp0	Rp0	Rp0	<i>Recapture of net working capital</i>
Rp11,711,981,365	Rp13,083,979,435	Rp24,795,960,801	<i>Terminal cash flow</i>
Rp15,615,975,154	Rp17,445,305,914	Rp33,061,281,068	<i>Salvage value</i>
Rp0	Rp0	Rp0	<i>Book value</i>
Rp15,615,975,154	Rp17,445,305,914	Rp33,061,281,068	<i>Capital gain</i>

Contoh perhitungan *annual cash flow* skenario 2 pada tahun pertama hingga ke-5 dapat dilihat pada Tabel 5.14. Rekap *annual cash flow* untuk seluruh skenario yang lain dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 5.14 *Annual Cash Flow* Skenario 2

	Tahun ke-				
	1	2	3	4	5
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp6,508,960,548	Rp6,639,139,759	Rp6,771,922,554	Rp6,907,361,005	Rp7,045,508,225
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp390,399,379)	(Rp398,207,366)	(Rp406,171,514)	(Rp414,294,944)	(Rp422,580,843)
<i>Depretiation increase</i>	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)
<i>Incremental EBIT</i>	Rp2,214,567,381	Rp2,336,938,604	Rp2,461,757,252	Rp2,589,072,273	Rp2,718,933,594
<i>Taxes</i>	(Rp553,641,845)	(Rp584,234,651)	(Rp615,439,313)	(Rp647,268,068)	(Rp679,733,398)
<i>Incremental EAT</i>	Rp1,660,925,536	Rp1,752,703,953	Rp1,846,317,939	Rp1,941,804,205	Rp2,039,200,195
<i>Depreciation reversal</i>	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788
<i>Annual cash flow</i>	Rp5,564,919,324	Rp5,656,697,742	Rp5,750,311,727	Rp5,845,797,993	Rp5,943,193,984

*Cost decrease (saving)* merupakan besarnya penurunan biaya operisional (biaya logistik) apabila dilakukan *upgrade* dermaga. Besarnya *saving* ini didapatkan dari hasil perhitungan pada Tabel 5.8. *Saving* dan *maintenance cost* akan mengalami peningkatan setiap tahunnya sebesar yang telah ditentukan pada Subbab 5.4.3.

Selanjutnya dilakukan perhitungan *cash flow* tiap tahun dengan persamaan sebagai berikut sehingga didapatkan *cash flow* tiap tahunnya seperti yang tertera pada Tabel 5.15.

$CF_0 = \text{initial outlay}$

$CF_i = \text{annual cash flow}_i, 1 \leq i \leq 29$

$CF_{30} = \text{annual cash flow}_{30} + \text{terminal value}$

Tabel 5.15 *Cash Flow* Tiap Tahun

Tahun ke	<i>Cash Flow</i> Skenario 2	<i>Cash Flow</i> Skenario 4	<i>Cash Flow</i> Skenario 6
0	(Rp78,079,875,769)	(Rp87,226,529,569)	(Rp165,306,405,338)
1	Rp5,564,919,324	Rp1,888,652,798	Rp4,934,367,726
2	Rp5,656,697,742	Rp1,904,619,222	Rp4,991,728,479
3	Rp5,750,311,727	Rp1,920,904,974	Rp5,050,236,447
4	Rp5,845,797,993	Rp1,937,516,441	Rp5,109,914,575
5	Rp5,943,193,984	Rp1,954,460,137	Rp5,170,786,265
6	Rp6,042,537,895	Rp1,971,742,708	Rp5,232,875,389
7	Rp6,143,868,684	Rp1,989,370,929	Rp5,296,206,295
8	Rp6,247,226,088	Rp2,007,351,716	Rp5,360,803,820
9	Rp6,352,650,641	Rp2,025,692,118	Rp5,426,693,295
10	Rp6,460,183,685	Rp2,044,399,327	Rp5,493,900,559
11	Rp6,569,867,390	Rp2,063,480,682	Rp5,562,451,969
12	Rp6,681,744,769	Rp2,082,943,663	Rp5,632,374,407
13	Rp6,795,859,695	Rp2,102,795,904	Rp5,703,695,294
14	Rp6,912,256,920	Rp2,123,045,189	Rp5,776,442,599
15	Rp7,030,982,090	Rp2,143,699,461	Rp5,850,644,849
16	Rp7,152,081,762	Rp2,164,766,818	Rp5,926,331,145
17	Rp7,275,603,429	Rp2,186,255,522	Rp6,003,531,166
18	Rp7,401,595,528	Rp2,208,174,000	Rp6,082,275,188
19	Rp7,530,107,470	Rp2,230,530,847	Rp6,162,594,091
20	Rp7,661,189,650	Rp2,253,334,832	Rp6,244,519,371
21	Rp6,818,895,027	Rp1,186,263,276	Rp4,261,753,091
22	Rp6,955,272,928	Rp1,209,988,542	Rp4,346,988,153
23	Rp7,094,378,386	Rp1,234,188,313	Rp4,433,927,916
24	Rp7,236,265,954	Rp1,258,872,079	Rp4,522,606,474
25	Rp7,380,991,273	Rp1,284,049,521	Rp4,613,058,603
26	Rp7,528,611,099	Rp1,309,730,511	Rp4,705,319,775
27	Rp7,679,183,321	Rp1,335,925,121	Rp4,799,426,171
28	Rp7,832,766,987	Rp1,362,643,624	Rp4,895,414,694
29	Rp7,989,422,327	Rp1,389,896,496	Rp4,993,322,988
30	Rp23,765,185,927	Rp18,863,000,340	Rp38,154,470,516

#### 5.4.5 Perhitungan Indikator Kelayakan

Setelah dilakukan perhitungan *cash flow*, langkah selanjutnya adalah menghitung indikator kelayakan yaitu NPV, IRR, dan *Payback Period*. Rekap perhitungan indikator kelayakan ditunjukkan pada Tabel 5.16.

Tabel 5.16 NPV, IRR, dan *Payback Period*

Indikator	Skenario 2	Skenario 4	Skenario 6
IRR	7.48%	-	-
NPV	(Rp27,153,710,908)	(Rp70,999,520,031)	Rp121,822,176,798)
<i>Payback Period</i> (Non Discounted)	13 Tahun	Lebih dari 30 Tahun	30 Tahun
Keterangan	Tidak Layak	Tidak Layak	Tidak Layak

### 5.5 Perencanaan Pengiriman Skenario Terpilih

Berdasarkan Tabel 5.16 seluruh skenario *upgrade* dermaga dinyatakan tidak layak. Oleh karena itu, skenario yang terpilih adalah skenario eksisting yaitu pengiriman dengan menggunakan tongkang saja. Selanjutnya dilakukan penjadwalan pengiriman batubara seperti contoh yang tertera pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 300ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
1	300ft	1	3	Pelabuhan Ratu	4900	1	1	3	7
2	300ft	1	3	Lontar	4900	8	12	14	16
3	300ft	1	13	Labuhan	4700	20	25	27	32
4	300ft	1	3	Lontar	4900	34	37	39	41
5	300ft	1	3	Lontar	4900	43	45	48	50

Penjadwalan pengiriman untuk skenario terpilih selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

## 5.6 Analisis Hasil

Pada subbab ini dilakukan analisis hasil perhitungan yang dilakukan. Ada berapa hasil perhitungan yang dilakukan antara lain hasil perhitungan model matematis, model simulasi, dan kajian kelayakan keuangan.

Dari hasil model matematis, bisa didapatkan biaya logistik dan jumlah kapal yang dibutuhkan. Biaya logistik yang dimaksud pada model matematis merupakan hasil perkalian alokasi pengiriman dengan biaya perolehan batubara (*CIF Delivery*) sesuai yang tertera dalam kontrak.

Solusi yang dihasilkan pada model matematis kemudian dijadikan solusi awal pada model simulasi untuk dilakukan pengecekan kebutuhan kapal pada level operasional. Dari hasil model simulasi, didapatkan jumlah kapal yang lebih banyak daripada hasil model matematis. Hal ini wajar dikarenakan jumlah kapal yang dihasilkan pada model matematis belum mempertimbangkan adanya waktu tunggu pengiriman, gangguan cuaca buruk, serta waktu proses yang stokastik.

Selanjutnya jumlah dan utilitas kapal hasil simulasi digunakan untuk mengetahui biaya transportasi. Harapannya, biaya transportasi hasil perhitungan ini bisa dijadikan bahan evaluasi penentuan harga dasar transportasi pengiriman batubara IP. Berdasarkan perhitungan, biaya logistik yang dihasilkan model simulasi lebih rendah dari biaya logistik yang dihasilkan model matematis. Salah satu kemungkinan penyebabnya adalah harga dasar transportasi yang digunakan pada model matematis (harga dasar transportasi yang tertera dalam kontrak) mengasumsikan utilitas kapal rendah, sehingga harga dasar transportasi per MT batubara menjadi lebih tinggi. Sedangkan dari simulasi, didapatkan bahwa utilitas kapal cukup tinggi sehingga biaya transportasinya menjadi lebih murah dan total biaya logistik bisa berkurang.

Pada hasil perhitungan total biaya logistik, didapatkan bahwa alternatif menggunakan vessel (skenario 2, 4, 6) menyebabkan adanya peningkatan pada biaya perolehan batubara. Hal ini disebabkan karena adanya tambahan biaya USD2.02 per MT untuk pengiriman menggunakan vessel. Selain itu penggunaan vessel juga menyebabkan peningkatan total biaya sewa kapal. Di sisi lain, biaya konsumsi bahan bakar skenario 2, 4, 6 menjadi lebih murah sehingga total biaya transportasi dan total biaya logistik juga menjadi berkurang.



Setelah itu, dilakukan perhitungan biaya investasi dan biaya operasional untuk mengetahui kelayakan masing-masing skenario. Berdasarkan hasil uji kelayakan, diperoleh kesimpulan bahwa seluruh skenario penggunaan vessel (*upgrade* dermaga) dinyatakan tidak layak pada kondisi yang ditentukan karena memiliki NPV negatif.

Analisis sensitifitas dilakukan mengetahui pengaruh perubahan parameter terhadap hasil perhitungan. Analisis sensitifitas dilakukan pada skenario yang paling mendekati layak yaitu skenario 2 (*upgrade* PLTU Pelabuhan Ratu). Berikut *sensitivity analysis* yang dilakukan.

#### 5.6.1 Pengaruh Harga Sewa Kapal Terhadap Kelayakan

Tabel 5.18 menampilkan hasil analisis sensitivitas pengaruh harga sewa kapal terhadap kelayakan skenario 2.

Tabel 5.18 Pengaruh Harga Sewa Kapal Terhadap Kelayakan Skenario 2

Harga Sewa Kapal	NPV	IRR
	(Rp27,153,710,908)	7.48%
80%	(Rp28,968,677,686)	7.15%
90%	(Rp28,621,310,768)	#NUM!
100%	(Rp27,153,710,908)	7.48%
110%	(Rp24,565,878,107)	7.94%
120%	(Rp20,857,812,363)	8.59%
130%	(Rp16,029,513,677)	9.41%
140%	(Rp10,080,982,050)	10.40%
150%	(Rp3,012,217,480)	11.53%
160%	Rp5,176,780,032	12.80%
170%	Rp14,486,010,485	14.21%

Berdasarkan Tabel 5.18 dapat dilihat bahwa harga sewa kapal mempengaruhi indikator kelayakan baik NPV maupun IRR. Semakin tinggi harga sewa kapal, maka semakin mendekati layak alternatif *upgrade* dermaga yang ditawarkan. Hal ini dikarenakan, alternatif *upgrade* dermaga membutuhkan jumlah kapal yang lebih sedikit daripada jika hanya menggunakan tongkang. Oleh karena itu, jika harga sewa kapal semakin tinggi, maka *saving* biaya transportasi yang diberikan juga akan semakin besar. Berdasarkan analisis sensitifitas yang

dilakukan, skenario 2 (*upgrade* Pelabuhan Ratu) dapat menjadi layak bila harga sewa kapal naik menjadi 160% harga sewa yang ditentukan pada penelitian ini.

### 5.6.2 Pengaruh Biaya Investasi Terhadap Kelayakan

Berdasarkan Tabel 5.19 dapat dilihat bahwa semakin murah biaya investasi yang dikeluarkan maka semakin mendekati layak alternatif *upgrade* dermaga yang ditawarkan. Hal ini bisa terjadi karena semakin murah biaya investasi maka semakin sedikit pula biaya yang harus di-*recovery* oleh *saving*.

Pada skenario 2, alternatif *upgrade* dermaga Pelabuhan Ratu menjadi layak ketika biaya investasinya turun menjadi 60% biaya investasi awal. Titik ini bisa dijadikan evaluasi oleh pihak IP sebagai pertimbangan investasi. Jika IP ingin pembangunan dermaga menjadi layak, maka IP harus bisa menekan biaya investasi menjadi 60%. Namun apabila ternyata biaya investasi tidak bisa diturunkan hingga titik tersebut, maka alternatif *upgrade* dermaga menjadi tidak layak untuk dilakukan.

Tabel 5.19 Pengaruh Biaya Investasi Terhadap Kelayakan Skenario 2

Biaya Investasi	NPV	IRR
	(Rp27,153,710,908)	7.48%
50%	Rp9,356,014,992	14.84%
60%	Rp2,054,069,812	12.53%
70%	(Rp5,247,875,368)	10.81%
80%	(Rp12,549,820,548)	9.47%
90%	(Rp19,851,765,728)	8.38%
100%	(Rp27,153,710,908)	7.48%
110%	(Rp34,455,656,088)	6.71%
120%	(Rp41,757,601,268)	6.05%

### 5.6.3 Pengaruh Volume Permintaan Terhadap Pilihan Moda Transportasi

Berdasarkan hasil model matematis, didapatkan kesimpulan bahwa alternatif *upgrade* dermaga PLTU Labuhan tidak dapat memberikan *saving* apapun terhadap total biaya logistik. Hal ini bisa terjadi karena beberapa hal antara lain pengiriman batubara dengan menggunakan vessel memiliki HPB yang lebih tinggi daripada HPB menggunakan tongkang. Hal ini dikarenakan apabila pelabuhan muat

milik *supplier* tidak memiliki sarana tambat yang sesuai untuk vessel, maka akan ada tambahan biaya *transshipment* sebesar USD2.02 per MT.

Alasan lain PLTU Labuhan tidak dapat memberikan *saving* apapun adalah karena adanya tambahan biaya bongkar muat untuk vessel yang akan bersandar di PLTU Labuhan sebesar Rp52,000 per MT. Hal ini dikarenakan berdasarkan hasil kajian teknis yang telah dilakukan peneliti sebelumnya, *upgrade* dermaga pada PLTU Labuhan tidak dimungkinkan sehingga *upgrade* yang dilakukan hanya berupa penambahan fasilitas *Conventional Buoy Mooring* (CBM) di tengah laut. Dengan adanya CBM di tengah laut ini, maka vessel akan dikenakan tambahan biaya bongkar muat dari CBM menuju dermaga sebesar Rp52.000 per MT. Karena adanya dua penambahan biaya tersebut, harga perolehan batubara menggunakan vessel sampai di PLTU Labuhan menjadi lebih mahal daripada menggunakan tongkang meskipun harga dasar transportasi vessel sebenarnya dapat lebih murah dari tongkang.

Akan tetapi, akan ada kondisi dimana *upgrade* dermaga pada PLTU Labuhan mutlak diperlukan. Kondisi ini akan terjadi apabila volume permintaan batubara meningkat sehingga total waktu sandar kapal pada PLTU Labuhan akan melebihi 365 hari. Apabila kondisi ini terjadi maka akan ada kapal yang tidak mampu untuk bersandar di PLTU Labuhan yang menyebabkan adanya *shortage* pada PLTU tersebut.

Sebagai contoh, model matematis skenario 3 (Upgrade Labuhan) di-*running* untuk beberapa kondisi sebagai berikut.

- Kondisi 1: Kondisi awal
- Kondisi 2: Volume permintaan dan *supply* Labuhan meningkat 2 kali nilai awal
- Kondisi 3: Volume permintaan dan *supply* Labuhan meningkat 3 kali nilai awal

Tabel 5.20 Hasil Uji Coba Skenario 3

Kondisi	Jumlah Vessel yang Digunakan
1	0
2	0
3	1

Dapat dilihat pada Tabel 5.20, hasil *running* kondisi 3 menunjukkan bahwa ada vessel yang digunakan untuk pengiriman batubara ke Labuhan. Padahal pada kondisi awal tidak ada satupun vessel yang digunakan karena harga perolehan batubara menggunakan vessel jauh lebih mahal daripada menggunakan tongkang.

Kondisi tersebut bisa terjadi karena apabila volume permintaan batubara meningkat maka *berth occupancy* dermaga juga akan meningkat hingga pada titik tertentu dermaga tidak akan mampu lagi disandari kapal yang harus bersandar dalam satu tahun. Apabila hal tersebut terjadi di PLTU Labuhan, maka alternatif yang harus dilakukan adalah mempersingkat waktu sandar dengan melakukan pengiriman batubara menggunakan vessel atau moda transportasi yang memiliki kapasitas kapal yang lebih besar.

Vessel membutuhkan waktu sandar yang lebih singkat daripada tongkang dengan total volume kirim yang sama. Hal ini dikarenakan kapasitas tongkang yang kecil, membuat jumlah trip yang dilakukan menjadi semakin banyak. Apabila trip yang dilakukan semakin banyak maka waktu *pre time* dan *post time* yang dibutuhkan juga semakin lama, meskipun waktu *loading* tetap karena total batubara yang dibongkar tetap. Oleh karena itu, pengiriman batubara menggunakan vessel mampu mempersingkat waktu sandar di dermaga.

#### 5.4.4 Pengaruh Jarak Terhadap Pemilihan Moda Transportasi

Seperti yang telah dijelaskan pada Subbab 5.4.3, penggunaan moda transportasi vessel tidak selalu memberikan *saving* pada total biaya logistik. Hal ini dikarenakan HPB vessel (*FOB Delivery*) cenderung lebih mahal daripada HPB tongkang. Biaya perolehan batubara dengan menggunakan vessel akan menjadi lebih murah jika besarnya pengurangan pada biaya transportasi vessel lebih besar daripada besarnya penambahan pada HPB vessel.

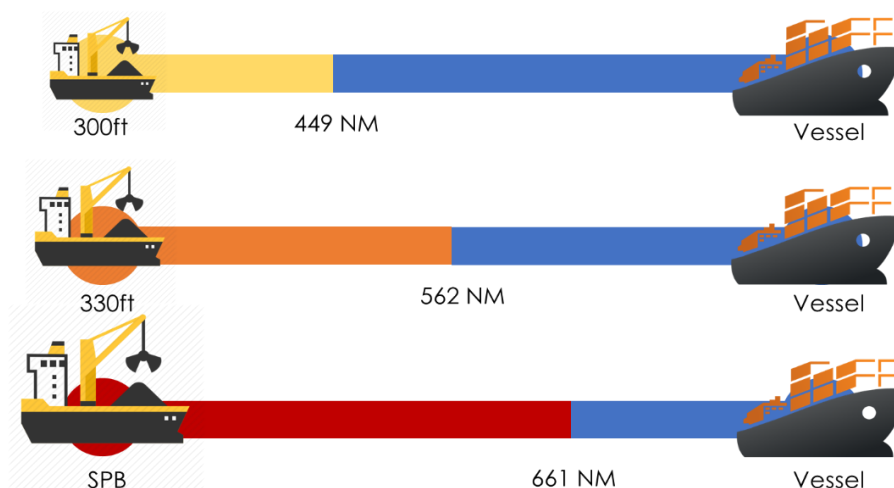
Akan tetapi, biaya transportasi vessel tidak selalu lebih murah dari biaya transportasi tongkang. Biaya transportasi vessel cenderung lebih murah untuk jarak jauh, sedangkan tongkang cenderung lebih murah untuk jarak dekat.

Regresi dapat digunakan untuk mendapatkan biaya perolehan per MT masing-masing moda yang dipengaruhi oleh jarak. Fungsi jarak terhadap biaya perolehan batubara per MT adalah sebagai berikut.

Tabel 5.21 Fungsi Jarak Terhadap Biaya Perolehan Batubara

Jenis Moda	Biaya Perolehan Batubara
Tongkang 300ft	$(175.9 \times \text{Jarak}) + 28676.2$
Tongkang 330ft	$(165.6 \times \text{Jarak}) + 26466.8$
Tongkang SPB	$(157.3 \times \text{Jarak}) + 25882.4$
Vessel	$(104.9 \times \text{Jarak}) + 60502.7$

Setelah didapatkan biaya perolehan batubara per jenis moda, kemudian dilakukan *goal seek* menggunakan Microsoft Excel untuk menentukan pada jarak berapa biaya perolehan batubara dengan menggunakan vessel akan lebih murah dari biaya perolehan batubara dengan menggunakan tongkang. Jarak penentu keputusan moda transportasi dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Pemilihan Moda Transportasi Berdasarkan Jarak

#### 5.4.5 Pengaruh Aturan Full Container Load Terhadap Pemilihan Moda Transportasi

Seperti yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya, jarak mempengaruhi pemilihan moda transportasi yang dilakukan. Akan tetapi selain jarak, ukuran pengiriman juga mempengaruhi pemilihan moda transportasi yang dilakukan. Apabila suatu pengiriman diharuskan *full container load*, maka ada kemungkinan jumlah batubara yang dibeli akan lebih dari *demand* sebenarnya. Kelebihan

pembelian ini akan menyebabkan meningkatnya biaya logistik. Sebagai contoh, dilakukan *running* dengan *demand* sebanyak 19.000 dan harga perolehan batubara masing-masing moda sebagai berikut.

Tabel 5.22 Data Uji Coba Pengaruh Ukuran Pengiriman

Jenis Moda	Kapasitas Moda	Harga Perolehan (Rp/MT)
Tongkang 300ft	7.400	Rp709.218
Tongkang 330ft	9.000	Rp704.744
Tongkang SPB	10.000	Rp702.899
Vessel	20.000	Rp698.026

Tabel 5.23 Hasil Uji Coba Pengaruh Ukuran Pengiriman

Jenis Moda	Jumlah Trip yang Dilakukan
Tongkang 300ft	0
Tongkang 330ft	1
Tongkang SPB	1
Vessel	0

Dari hasil tersebut, dapat dilihat bahwa moda transportasi yang terpilih adalah tongkang 330ft dan SPB, meskipun biaya perolehan batubara dengan menggunakan vessel lebih murah. Hal ini disebabkan karena penggunaan kombinasi tongkang 330ft dan SPB membuat total batubara yang dibeli hanya 19.000 MT, sedangkan jika menggunakan vessel maka total batubara yang dibeli menjadi 20.000 MT. Hal ini berarti biaya logistik akan membengkak sebesar 1000 MT dikalikan HPB. Kondisi ini disebabkan karena keterbatasan model yang dibangun menyebabkan dalam meminimasi biaya logistik batubara alokasi yang dipilih adalah alokasi yang dapat meminimasi total batubara yang dibeli, meskipun ada alternatif moda transportasi yang biaya perolehan batubara per MTnya lebih murah.

#### 5.4.6 Pengaruh Kecepatan Kapal Terhadap Kebutuhan Moda Transportasi

Pada asumsi telah disebutkan bahwa terjadi penurunan kecepatan kapal tongkang sebesar 50% ketika terjadi cuaca buruk yaitu pada bulan Agustus hingga

Oktober. Analisis sensitifitas dilakukan untuk mengetahui pengaruh besarnya penurunan kecepatan kapal terhadap kebutuhan kapal skenario terpilih (Skenario 1) seperti yang ditunjukkan Tabel 5.23.

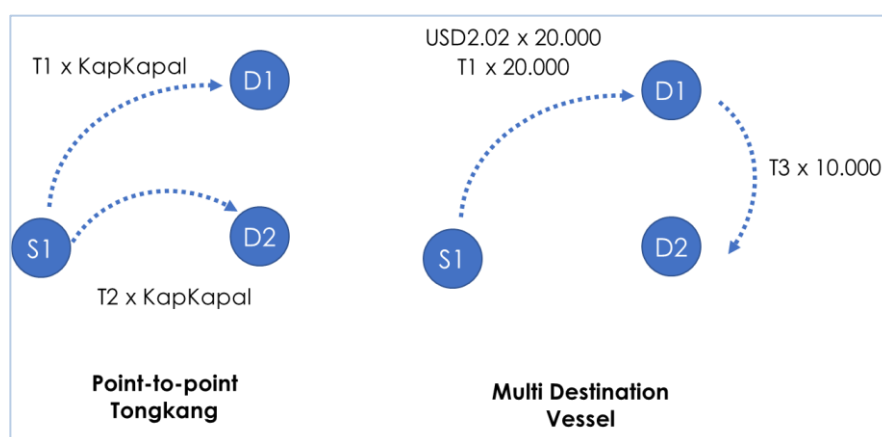
Tabel 5.24 Pengaruh Kecepatan Kapal Terhadap Kebutuhan Moda Transportasi

Penurunan Kecepatan Kapal	Jumlah Kapal yang Dibutuhkan			
	300ft	330ft	SPB	Vessel
30%	7	8	8	-
40%	7	9	8	-
50%	7	11	9	-
60%	9	11	10	-
70%	9	11	11	-

Berdasarkan Tabel 5.23 dapat dilihat bahwa semakin tinggi besarnya penurunan kecepatan kapal maka semakin banyak kapal yang dibutuhkan. Hal ini dikarenakan semakin besar penurunan kecepatan kapal, maka semakin lama pula waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengiriman sehingga jumlah kapal yang dibutuhkan juga semakin banyak.

#### 5.4.7 Pengaruh Strategi Multi Destination pada Sistem Logistik Batubara IP

Salah satu cara agar biaya logistik lebih murah adalah dengan melakukan perjalanan *multi destination*. Ilustrasi perbandingan biaya *point-to-point* dengan *multi destination* dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Ilustrasi Perbandingan Biaya *Point-to-Point* dengan *Multi Destination*

Ilustrasi tersebut mengasumsikan ketika melakukan *multi destination*, muatan akan dibongkar sebesar 10.000 MT di D1, dan 10.000 MT di D2.

Keterangan:

T1 = Biaya transportasi per MT dari S1 menuju D1

T2 = Biaya transportasi per MT dari S1 menuju D2

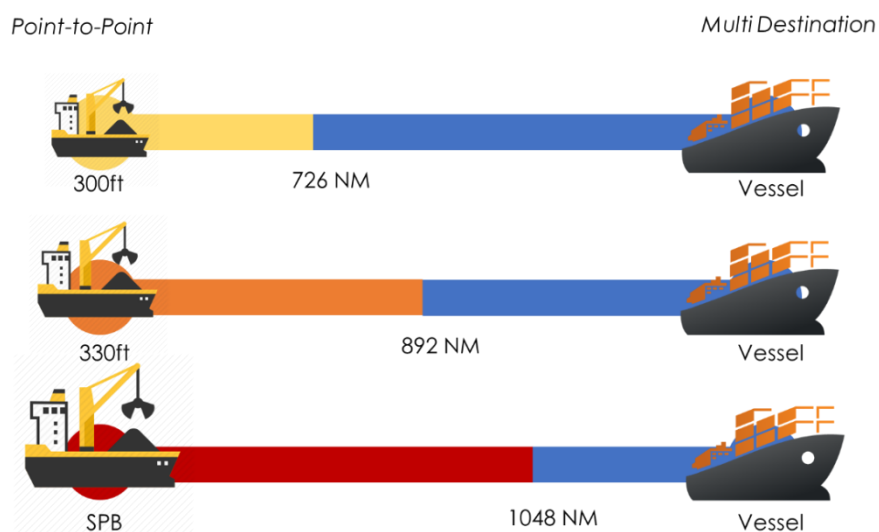
T3 = Biaya transportasi per MT dari D1 menuju D2

Berdasarkan ilustrasi tersebut didapatkan biaya transportasi (BT) per MT untuk masing-masing pengiriman adalah sebagai berikut.

$$BT_{point\ to\ point} = \frac{(T1 \times KapKapal) + (T2 \times KapKapal)}{2 \times KapKapal}$$

$$BT_{multi\ destination} = \frac{(T1 \times 20.000) + (T3 \times 10.000) + (USD2.02 \times 20.000)}{20.000}$$

Jika diketahui jarak rata-rata antar PLTU IP adalah sebesar 160 NM, dan rata-rata selisih jarak S1 ke D1 dan S1 ke D2 adalah sebesar 60 NM, maka pengiriman *multi destination* menggunakan vessel baru akan lebih murah dari tongkang ketika jarak S1 menuju D1 adalah seperti pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Perbandingan Jarak Penentu *Point-to-Point* dan *Multi Destination*



Berdasarkan Gambar 5.3 dapat dilihat bahwa jarak penentu *keputusan multi destination* lebih tinggi dari jarak penentu keputusan menggunakan vessel seperti pada Gambar 5.1 Hal ini dikarenakan, dengan melakukan *multi destination* dibutuhkan biaya transportasi tambahan yaitu T3.

Rata-rata jarak pelabuhan muat menuju PLTU IP adalah sekitar 300-700 NM, yang mana jarak tersebut masih di bawah jarak penentu keputusan menggunakan *multi destination*. Dari hal ini bisa disimpulkan bahwa *multi destination* kurang sesuai diterapkan pada sistem logistik IP di PLTU Pelabuhan Ratu, Labuhan, dan Lontar.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran terhadap penelitian ini.

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut.

1. Model matematis yang dirancang mampu menentukan alokasi pengiriman batubara yang optimal untuk IP dan didapatkan total biaya logistik minimum untuk masing-masing skenario. Selain itu, juga bisa didapatkan solusi awal jumlah kapal yang dibutuhkan yang kemudian dicek penerapannya pada level operasional dengan menggunakan model simulasi dengan mempertimbangkan kondisi inventori PLTU, gangguan cuaca buruk, dan waktu proses yang stokastik.
2. Skenario terbaik dalam sistem logistik batubara IP yang mampu meminimasi total biaya logistik adalah dengan tidak melakukan *upgrade* dermaga, sehingga moda transportasi yang digunakan hanya tongkang 300ft, tongkang 330ft, dan SPB. Berdasarkan hasil simulasi, jumlah kapal yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan batubara IP adalah sebanyak 7 tongkang 300ft, 11 tongkang 330ft, dan 9 SPB. Jumlah kapal ini juga dapat digunakan sebagai bahan perhitungan harga dasar transportasi di IP.
3. Rute kapal untuk pemenuhan kebutuhan batubara IP adalah rute yang menerapkan SOP penentuan rute kapal yaitu mengirim batubara menuju rute yang sedang kritis dan memiliki *stock to demand ratio* (SDR) paling minimum.
4. Berdasarkan hasil analisis sensitivitas dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:
  - a. Pergantian moda transportasi ke vessel akan layak hanya apabila biaya investasi *upgrade* dermaga PLTU Pelabuhan Ratu dapat diturunkan

menjadi 60% atau ketika harga sewa kapal (tongkang dan vessel) naik menjadi 160%.

- b. Parameter lain yang dapat mempengaruhi perubahan keputusan yaitu: volume permintaan batubara, jarak antara supplier batubara dengan PLTU, dan kecepatan kapal.
- c. Pengiriman batubara dengan strategi *multi destination* tidak memberikan biaya logistik batubara yang lebih murah karena jarak yang relatif dekat.

## 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Model matematis yang dibuat hanya dapat mengoptimasi biaya logistik tanpa mempertimbangkan *occupancy* dermaga dan posisi inventori sehingga diperlukan pengembangan model yang dapat melakukan optimasi biaya sekaligus mempertimbangan *occupancy* dermaga dan posisi inventori.
2. Menggunakan hasil penelitian ini sebagai bahan evaluasi untuk IP dalam menentukan harga dasar transportasi pada kontrak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggayana, K., 2002. *Genesa Batubara*. Bandung: Departemen Teknik Pertambangan, FIKTM, Institut Teknologi Bandung.
- Arif, I., 2014. *Batubara Indonesia*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Ballou, R. H., 2004. *Business Logistics Management 5th Edition*. Great Britain: Prentice Hall International Inc.
- Crundwell, F. K., 2008. *Finance for Engineers. Evaluation and Funding of Capital Projects*. Springer Science & Business Media.
- Dallenbach, H. G., & McNickle, D. C., 2005. *Management Science: Decision Making Through System Thinking*. New York: Palgrave MacMillan.
- Kasmir, & Jakfar., 2003. *Studi Kelayak Bisnis*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P., & Sadowski, D. A., 2006. *Simulation with Arena Second Edition*. Mc Graw Hill.
- M. R, T., 2007. *Optimalisasi Armada Kapal Bulk Carrier untuk Transportasi Batubara ke PLTU Tanjung Jati B Jepara*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Perdirjen Minerba., 2013. *Tata Cara Penetapan Besaran Biaya Penyesuaian Harga Patokan Batubara*. Direktur Jenderal Mineral dan Batubara.
- Rachman, F. A., 2012. *Pemodelan dan Optimasi Rantai Pasokan Batubara pada PLTU*. Depok: Universitas Indonesia.
- Taha, H. A., 2007. *Operations Research: An Introduction*. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice Hall.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1: Alokasi Pengiriman

#### Alokasi Pengiriman PLTU Pelabuhan Ratu

Alokasi	Supplier	Pelabuhan Muat	Pelabuhan Ratu																							
			300 ft						300ft Baru						330 ft						330ft Baru					
			4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900
KONSORSIUM PT. ARUTMIN INDONESIA & PT. DARMA HENWA	1	Kintap	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	Asam-Asam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. BUKIT ASAM	3	Sumsel	-	-	-	-	-	14,800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	423,000	-	-	-	-	-	-
EXPLOITASI ENERGI INDONESIA (LRC)	4	Bunati	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. HANSON ENERGY (LRC)	5	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KONSORSIUM PT. OBP & GGB & BUANA ELTRA	6	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. RIZKI ANUGRAH PRATAMA	7	Kasel S. Danau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	Kasel S. Putting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. TITAN MINING ENERGY	9	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	Kalim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KONSORSIUM PT. KASIH INDUSTRI INDONESIA	12	Angsana Kasel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. ADARO INDONESIA	13	Kelanis Kalteng	-	-	-	-	29,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. PLN BATUBARA	14	Kasel S. Danau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	Kasel S. Putting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	Asam-Asam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18	Asam-Asam PKP2B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19	Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	Ketaun, Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21	Jambi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	Kalteng	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Alokasi Pengiriman PLTU Pelabuhan Ratu (Lanjutan)

Alokasi	Supplier	Pelabuhan Muat	Pelabuhan Ratu																							
			SPB						SPB Baru						Vessel						Vessel Baru					
			4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900
KONSORSIUM PT. ARUTMIN INDONESIA & PT. DARMA HENWA	1	Kintap	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	Asam-Asam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. BUKIT ASAM	3	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXPLOITASI ENERGI INDONESIA (LRC)	4	Bunati	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. HANSON ENERGY (LRC)	5	Sumsel	80,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KONSORSIUM PT. OBP & GGB & BUANA ELTRA	6	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. RIZKI ANUGRAH PRATAMA	7	Kalsel S. Danau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	Kalsel S. Putting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	Sumsel	-	-	-	240,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. TITAN MINING ENERGY	10	Kalim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KONSORSIUM PT. KASIH INDUSTRI INDONESIA	12	Angsana Kalsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. ADARO INDONESIA	13	Kelani Kalteng	-	-	-	-	320,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. PLN BATUBARA	14	Kalsel S. Danau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	Kalsel S. Putting	-	-	240,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	Asam-Asam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18	Asam-Asam PKP2B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19	Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	Ketaun, Bengkulu	-	-	-	100,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21	Jambi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Kalteng	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	



## Alokasi Pengiriman PLTU Labuhan

Alokasi	Supplier	Pelabuhan Muat	Labuhan																												
			300 ft						300ft Baru						330 ft						330ft Baru										
			4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900					
KONSORSIUM PT. ARUTMIN INDONESIA & PT. DARMA HENWA	1	Kintap	74,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	Asam-Asam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. BUKIT ASAM	3	Sumsel	-	-	-	-	-	518,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXPLOITASI ENERGI INDONESIA (LRC)	4	Bunati	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. HANSON ENERGY (LRC)	5	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KONSORSIUM PT. OBP & GGB & BUANA ELTRA	6	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. RIZKI ANUGRAH PRATAMA	7	Kasel S. Danau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	Kasel S. Putting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. TITAN MINING ENERGY	10	Kalim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KONSORSIUM PT. KASIH INDUSTRI INDONESIA	12	Angsana Kasel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. ADARO INDONESIA	13	Kelanis Kalteng	-	-	-	-	259,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. PLN BATUBARA	14	Kasel S. Danau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	Kasel S. Putting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	Asam-Asam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18	Asam-Asam PKP2B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19	Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	Ketaun, Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21	Jambi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Kalteng	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

## Alokasi Pengiriman PLTU Labuhan (Lanjutan)

Alokasi	Supplier	Pelabuhan Muat	Labuhan																							
			SPB						SPB Baru					Vessel					Vessel Baru							
			4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900
KONSORSIUM PT. ARUTMIN INDONESIA & PT. DARMA HENWA	1	Kintap	10,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	Asam-Asam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. BUKIT ASAM	3	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXPLOITASI ENERGI INDONESIA (LRC)	4	Bunati	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. HANSON ENERGY (LRC)	5	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KONSORSIUM PT. OBP & GGB & BUANA ELTRA	6	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. RIZKI ANUGRAH PRATAMA	7	Kasel S. Danau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	Kasel S. Putting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. TITAN MINING ENERGY	9	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	Kaltim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KONSORSIUM PT. KASIH INDUSTRI INDONESIA	12	Angsana Kasel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. ADARO INDONESIA	13	Kelanis Kalteng	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. PLN BATUBARA	14	Kasel S. Danau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	Kasel S. Putting	-	-	90,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	Asam-Asam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18	Asam-Asam PKP2B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19	Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	Ketaun, Bengkulu	-	-	-	60,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21	Jambi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Kalteng	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

## Alokasi Pengiriman PLTU Lontar

Alokasi	Supplier	Pelabuhan Muat	Lontar																							
			300 ft						300ft Baru						330 ft						330ft Baru					
			4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900
KONSORSIUM PT. ARUTMIN INDONESIA & PT. DARMA HENWA	1	Kintap	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	Asam-Asam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. BUKIT ASAM	3	Sumsel	-	-	-	-	-	140,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	819,000	-	-	-	-	-	-
EXPLOITASI ENERGI INDONESIA (LRC)	4	Bunati	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PT. HANSON ENERGY (LRC)	5	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
KONSORSIUM PT. OBP & GGB & BUANA ELTRA	6	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PT. RIZKI ANUGRAH PRATAMA	7	Kalsel S. Danau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8	Kalsel S. Putting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PT. TITAN MINING ENERGY	10	Kalim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11	Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
KONSORSIUM PT. KASIH INDUSTRI INDONESIA	12	Angsana Kalsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PT. ADARO INDONESIA	13	Kelanis Kalteng	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	495,000	-	-	-	-	-	-	-	
PT. PLN BATUBARA	14	Kalsel S. Danau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16	Kalsel S. Putting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17	Asam-Asam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	18	Asam-Asam PKP2B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	19	Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	20	Ketaun, Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	21	Jambi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22	Kalteng	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

## Alokasi Pengiriman PLTU Lontar (Lanjutan)

Alokasi	Supplier	Pelabuhan Muat	Lontar																							
			SPB						SPB Baru						Vessel						Vessel Baru					
			4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900	4200	4250	4400	4600	4700	4900
KONSORSIUM PT. ARUTMIN INDONESIA & PT. DARMA HENWA	1	Kintap	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	Asam-Asam	360,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. BUKIT ASAM	3	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXPLOITASI ENERGI INDONESIA (LRC)	4	Bunati	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. HANSON ENERGY (LRC)	5	Sumsel	200,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KONSORSIUM PT. OBP & GGB & BUANA ELTRA	6	Sumsel	-	60,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. RIZKI ANUGRAH PRATAMA	7	Kalsel S. Danau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	Kalsel S. Putting	-	160,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. TITAN MINING ENERGY	10	Kaltim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KONSORSIUM PT. KASIH INDUSTRI INDONESIA	12	Angsana Kalsel	300,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. ADARO INDONESIA	13	Kelanis Kalteng	-	-	-	-	60,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. PLN BATUBARA	14	Kalsel S. Danau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	Kalsel S. Putting	-	-	80,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	Asam-Asam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18	Asam-Asam PKP2B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19	Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	Ketaun, Bengkulu	-	-	-	20,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21	Jambi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Kalteng	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

## Lampiran 2: Jadwal Pengiriman

Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 300ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
1	300ft	1	3	Pelabuhan Ratu	4900	1	1	3	7
2	300ft	1	3	Lontar	4900	8	12	14	16
3	300ft	1	13	Labuhan	4700	20	25	27	32
4	300ft	1	3	Lontar	4900	34	37	39	41
5	300ft	1	3	Lontar	4900	43	45	48	50
6	300ft	1	3	Labuhan	4900	56	58	61	64
7	300ft	1	3	Lontar	4900	65	68	70	72
8	300ft	1	3	Lontar	4900	75	77	79	82
9	300ft	1	13	Labuhan	4700	227	237	239	250
10	300ft	1	13	Labuhan	4700	252	263	265	276
11	300ft	1	13	Labuhan	4700	277	288	290	301
12	300ft	1	3	Labuhan	4900	302	308	311	314
13	300ft	2	3	Lontar	4900	1	1	4	6
14	300ft	2	13	Pelabuhan Ratu	4700	7	12	14	21
15	300ft	2	3	Labuhan	4900	65	69	71	74
16	300ft	2	3	Labuhan	4900	75	78	80	83
17	300ft	2	1	Labuhan	4200	91	97	99	104
18	300ft	2	13	Labuhan	4700	105	111	113	118
19	300ft	2	3	Lontar	4900	121	124	126	128
20	300ft	2	3	Labuhan	4900	137	139	142	145
21	300ft	2	3	Lontar	4900	147	150	152	154
22	300ft	2	3	Labuhan	4900	156	158	160	163
23	300ft	2	13	Labuhan	4700	170	176	178	184

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 300ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
24	300ft	2	3	Labuhan	4900	185	188	190	193
25	300ft	2	3	Labuhan	4900	195	198	200	203
26	300ft	2	3	Labuhan	4900	204	207	209	212
27	300ft	2	3	Labuhan	4900	214	220	222	228
28	300ft	2	3	Labuhan	4900	229	235	237	243
29	300ft	2	13	Labuhan	4700	244	255	257	268
30	300ft	2	13	Labuhan	4700	269	280	282	293
31	300ft	2	3	Labuhan	4900	294	300	302	308
32	300ft	2	3	Labuhan	4900	309	312	314	317
33	300ft	2	13	Labuhan	4700	325	331	332	338
34	300ft	2	3	Labuhan	4900	339	342	344	347
35	300ft	2	3	Labuhan	4900	349	352	354	357
36	300ft	2	3	Labuhan	4900	358	361	363	1
37	300ft	3	13	Pelabuhan Ratu	4700	1	1	3	9
38	300ft	3	3	Lontar	4900	11	15	17	19
39	300ft	3	3	Labuhan	4900	99	101	105	108
40	300ft	3	3	Lontar	4900	111	114	116	118
41	300ft	3	13	Labuhan	4700	121	126	128	133
42	300ft	3	13	Labuhan	4700	137	143	144	150
43	300ft	3	13	Labuhan	4700	154	160	161	167
44	300ft	3	3	Lontar	4900	173	176	178	180
45	300ft	3	13	Labuhan	4700	203	208	210	216
46	300ft	3	13	Labuhan	4700	219	230	232	243
47	300ft	3	3	Labuhan	4900	244	250	252	258
48	300ft	3	3	Labuhan	4900	259	265	267	273
49	300ft	3	3	Labuhan	4900	274	280	283	288

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 300ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
50	300ft	3	1	Labuhan	4200	289	300	302	313
51	300ft	3	13	Labuhan	4700	317	323	325	331
52	300ft	3	13	Labuhan	4700	333	339	341	346
53	300ft	3	13	Labuhan	4700	350	356	358	363
54	300ft	4	1	Labuhan	4200	1	1	3	8
55	300ft	4	3	Lontar	4900	59	62	64	66
56	300ft	4	3	Labuhan	4900	70	72	74	77
57	300ft	4	3	Labuhan	4900	94	97	99	102
58	300ft	4	3	Labuhan	4900	104	107	109	112
59	300ft	4	13	Labuhan	4700	113	119	120	126
60	300ft	4	13	Labuhan	4700	129	135	137	143
61	300ft	4	13	Labuhan	4700	145	151	153	158
62	300ft	4	13	Labuhan	4700	162	168	169	175
63	300ft	4	3	Lontar	4900	176	179	181	183
64	300ft	4	3	Labuhan	4900	190	192	195	198
65	300ft	4	3	Labuhan	4900	224	230	232	238
66	300ft	4	3	Labuhan	4900	239	245	247	253
67	300ft	4	1	Labuhan	4200	256	267	269	280
68	300ft	4	3	Labuhan	4900	281	287	289	295
69	300ft	4	3	Labuhan	4900	296	302	304	310
70	300ft	4	3	Labuhan	4900	311	314	316	319
71	300ft	4	3	Labuhan	4900	320	323	325	328
72	300ft	4	3	Labuhan	4900	329	332	334	337
73	300ft	4	13	Labuhan	4700	341	347	348	354
74	300ft	5	3	Labuhan	4900	1	1	4	7
75	300ft	5	3	Labuhan	4900	36	39	41	44

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 300ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
76	300ft	5	3	Labuhan	4900	46	49	52	55
77	300ft	5	13	Labuhan	4700	58	64	65	71
78	300ft	5	3	Labuhan	4900	84	87	90	93
79	300ft	5	1	Labuhan	4200	124	130	132	137
80	300ft	5	3	Labuhan	4900	142	145	147	150
81	300ft	5	3	Labuhan	4900	152	155	157	160
82	300ft	5	3	Labuhan	4900	161	164	166	169
83	300ft	5	3	Labuhan	4900	171	174	176	179
84	300ft	5	3	Labuhan	4900	180	183	185	188
85	300ft	5	1	Labuhan	4200	190	196	198	203
86	300ft	5	3	Labuhan	4900	209	212	214	220
87	300ft	5	1	Labuhan	4200	223	234	236	247
88	300ft	5	3	Labuhan	4900	248	254	256	262
89	300ft	5	3	Labuhan	4900	263	269	271	277
90	300ft	5	3	Labuhan	4900	278	284	286	292
91	300ft	5	13	Labuhan	4700	293	303	305	311
92	300ft	5	3	Labuhan	4900	315	318	320	323
93	300ft	6	13	Labuhan	4700	1	1	4	9
94	300ft	6	13	Pelabuhan Ratu	4700	14	20	22	28
95	300ft	6	3	Labuhan	4900	31	35	37	40
96	300ft	6	3	Labuhan	4900	41	44	47	50
97	300ft	6	3	Labuhan	4900	51	54	56	59
98	300ft	6	3	Labuhan	4900	60	63	65	68
99	300ft	6	13	Labuhan	4700	96	102	103	109
100	300ft	6	3	Labuhan	4900	113	116	118	121
101	300ft	6	3	Labuhan	4900	123	126	128	131



### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 300ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
102	300ft	6	3	Labuhan	4900	132	135	137	140
103	300ft	6	3	Lontar	4900	141	144	146	148
104	300ft	6	1	Labuhan	4200	157	162	164	170
105	300ft	6	13	Labuhan	4700	178	184	185	191
106	300ft	6	13	Labuhan	4700	194	200	201	207
107	300ft	6	3	Labuhan	4900	219	225	228	234
108	300ft	6	13	Labuhan	4700	235	246	249	260
109	300ft	6	13	Labuhan	4700	261	272	274	285
110	300ft	6	3	Labuhan	4900	286	292	294	300
111	300ft	6	13	Labuhan	4700	301	312	315	321
112	300ft	7	13	Pelabuhan Ratu	4700	1	1	5	11
113	300ft	7	3	Lontar	4900	14	18	20	22
114	300ft	7	1	Labuhan	4200	25	30	32	38
115	300ft	7	3	Lontar	4900	40	43	45	47
116	300ft	7	3	Lontar	4900	49	51	53	56
117	300ft	7	1	Labuhan	4200	58	63	65	71
118	300ft	7	3	Labuhan	4900	80	83	85	88
119	300ft	7	3	Labuhan	4900	89	92	94	97
120	300ft	7	3	Lontar	4900	98	101	103	105
121	300ft	7	3	Labuhan	4900	108	110	113	116
122	300ft	7	3	Labuhan	4900	118	121	123	126
123	300ft	7	3	Labuhan	4900	128	131	134	137
124	300ft	7	3	Labuhan	4900	147	150	153	156
125	300ft	7	3	Lontar	4900	157	160	162	164
126	300ft	7	3	Labuhan	4900	166	168	170	173
127	300ft	7	3	Labuhan	4900	176	179	182	185

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 300ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
128	300ft	7	13	Labuhan	4700	186	192	194	199
129	300ft	7	3	Labuhan	4900	200	203	205	208
130	300ft	7	13	Labuhan	4700	211	217	219	230
131	300ft	7	3	Labuhan	4900	233	239	242	248
132	300ft	7	3	Labuhan	4900	253	259	261	267
133	300ft	7	3	Labuhan	4900	268	274	277	283
134	300ft	7	13	Labuhan	4700	284	295	298	309
135	300ft	7	13	Labuhan	4700	310	315	317	323
136	300ft	7	3	Labuhan	4900	325	328	330	333
137	300ft	7	3	Labuhan	4900	334	337	339	342
138	300ft	7	3	Labuhan	4900	344	347	349	352
139	300ft	7	3	Labuhan	4900	353	356	358	361

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 330ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
1	330ft	1	6	Labuhan	4250	1	1	3	6
2	330ft	1	3	Lontar	4900	7	10	12	15
3	330ft	1	3	Lontar	4900	17	19	22	24
4	330ft	1	3	Lontar	4900	27	29	31	34
5	330ft	1	3	Lontar	4900	220	225	227	232
6	330ft	1	3	Pelabuhan Ratu	4900	234	239	241	249
7	330ft	1	3	Lontar	4900	251	259	262	266
8	330ft	1	3	Lontar	4900	268	273	275	280
9	330ft	1	6	Lontar	4250	281	285	287	292

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 330ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
10	330ft	1	13	Lontar	4700	293	303	305	314
11	330ft	1	3	Pelabuhan Ratu	4900	317	319	322	326
12	330ft	1	3	Lontar	4900	329	333	335	337
13	330ft	1	3	Pelabuhan Ratu	4900	339	341	343	347
14	330ft	1	3	Lontar	4900	360	364	1	3
15	330ft	2	6	Lontar	4250	1	1	4	6
16	330ft	2	3	Pelabuhan Ratu	4900	9	11	13	17
17	330ft	2	3	Labuhan	4900	20	24	26	29
18	330ft	2	3	Lontar	4900	55	58	60	62
19	330ft	2	13	Labuhan	4700	66	71	73	79
20	330ft	2	13	Lontar	4700	82	88	90	94
21	330ft	2	13	Lontar	4700	100	105	107	112
22	330ft	2	3	Lontar	4900	114	116	119	121
23	330ft	2	13	Lontar	4700	124	129	131	136
24	330ft	2	3	Lontar	4900	189	191	194	197
25	330ft	2	13	Lontar	4700	201	206	208	213
26	330ft	2	6	Labuhan	4250	217	222	224	230
27	330ft	2	3	Lontar	4900	234	240	243	247
28	330ft	2	13	Lontar	4700	248	258	260	270
29	330ft	2	3	Lontar	4900	271	276	278	282
30	330ft	2	13	Lontar	4700	283	293	295	305
31	330ft	2	3	Pelabuhan Ratu	4900	309	311	313	317
32	330ft	3	5	Pelabuhan Ratu	4200	1	1	3	7
33	330ft	3	3	Labuhan	4900	9	13	15	18
34	330ft	3	3	Lontar	4900	20	23	25	27
35	330ft	3	5	Pelabuhan Ratu	4200	29	31	33	37

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 330ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
36	330ft	3	3	Pelabuhan Ratu	4900	39	43	46	50
37	330ft	3	13	Lontar	4700	53	60	62	67
38	330ft	3	3	Lontar	4900	68	70	72	75
39	330ft	3	13	Lontar	4700	76	81	83	88
40	330ft	3	3	Lontar	4900	117	119	121	124
41	330ft	3	13	Lontar	4700	129	134	136	141
42	330ft	3	6	Labuhan	4250	144	146	149	152
43	330ft	3	3	Lontar	4900	153	156	159	161
44	330ft	3	3	Pelabuhan Ratu	4900	166	168	172	176
45	330ft	3	13	Lontar	4700	177	184	186	191
46	330ft	3	13	Lontar	4700	195	200	202	207
47	330ft	3	3	Pelabuhan Ratu	4900	211	213	216	224
48	330ft	3	3	Lontar	4900	230	238	240	245
49	330ft	3	3	Lontar	4900	246	251	253	258
50	330ft	3	3	Pelabuhan Ratu	4900	259	263	265	273
51	330ft	3	13	Lontar	4700	278	291	293	303
52	330ft	3	13	Lontar	4700	304	314	316	321
53	330ft	3	3	Lontar	4900	333	335	337	340
54	330ft	3	3	Lontar	4900	343	345	347	350
55	330ft	3	3	Lontar	4900	353	355	357	360
56	330ft	4	2	Lontar	4200	1	1	3	8
57	330ft	4	3	Labuhan	4900	14	16	18	21
58	330ft	4	3	Lontar	4900	23	26	28	30
59	330ft	4	13	Labuhan	4700	48	53	56	61
60	330ft	4	3	Lontar	4900	62	65	67	69
61	330ft	4	3	Lontar	4900	71	73	76	78

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 330ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
62	330ft	4	3	Pelabuhan Ratu	4900	84	86	89	93
63	330ft	4	3	Lontar	4900	95	99	101	103
64	330ft	4	13	Lontar	4700	106	111	113	118
65	330ft	4	3	Lontar	4900	124	126	129	131
66	330ft	4	13	Lontar	4700	135	140	142	147
67	330ft	4	3	Lontar	4900	150	152	154	157
68	330ft	4	13	Lontar	4700	224	234	236	246
69	330ft	4	3	Lontar	4900	247	252	254	259
70	330ft	4	3	Lontar	4900	261	266	268	273
71	330ft	4	3	Lontar	4900	275	280	282	286
72	330ft	4	3	Pelabuhan Ratu	4900	288	293	295	303
73	330ft	4	3	Pelabuhan Ratu	4900	304	312	315	319
74	330ft	4	3	Lontar	4900	326	330	332	334
75	330ft	4	3	Lontar	4900	336	338	340	343
76	330ft	4	3	Pelabuhan Ratu	4900	347	349	351	355
77	330ft	5	20	Pelabuhan Ratu	4600	1	1	3	6
78	330ft	5	13	Lontar	4700	7	14	16	21
79	330ft	5	13	Lontar	4700	23	28	30	35
80	330ft	5	3	Lontar	4900	37	39	42	44
81	330ft	5	3	Lontar	4900	46	48	50	53
82	330ft	5	3	Lontar	4900	77	79	81	84
83	330ft	5	3	Pelabuhan Ratu	4900	99	101	104	108
84	330ft	5	13	Lontar	4700	112	119	121	126
85	330ft	5	3	Pelabuhan Ratu	4900	129	131	135	139
86	330ft	5	3	Pelabuhan Ratu	4900	144	148	150	154
87	330ft	5	13	Lontar	4700	159	166	168	173

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 330ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
88	330ft	5	3	Pelabuhan Ratu	4900	174	176	179	183
89	330ft	5	3	Lontar	4900	186	190	192	194
90	330ft	5	3	Pelabuhan Ratu	4900	196	198	201	205
91	330ft	5	13	Lontar	4700	206	213	215	224
92	330ft	5	3	Pelabuhan Ratu	4900	227	232	234	242
93	330ft	5	13	Lontar	4700	243	256	258	268
94	330ft	5	13	Lontar	4700	272	282	284	294
95	330ft	5	13	Lontar	4700	295	305	307	312
96	330ft	5	13	Lontar	4700	313	318	320	325
97	330ft	5	3	Lontar	4900	340	342	345	347
98	330ft	5	3	Lontar	4900	350	352	355	357
99	330ft	6	13	Lontar	4700	1	1	5	10
100	330ft	6	3	Pelabuhan Ratu	4900	31	33	35	39
101	330ft	6	13	Lontar	4700	41	48	50	55
102	330ft	6	13	Lontar	4700	70	75	77	82
103	330ft	6	3	Lontar	4900	84	86	89	91
104	330ft	6	13	Lontar	4700	94	99	101	106
105	330ft	6	3	Lontar	4900	108	110	112	115
106	330ft	6	3	Pelabuhan Ratu	4900	121	123	125	129
107	330ft	6	3	Pelabuhan Ratu	4900	136	140	143	147
108	330ft	6	3	Pelabuhan Ratu	4900	151	155	158	162
109	330ft	6	13	Lontar	4700	165	172	174	179
110	330ft	6	3	Pelabuhan Ratu	4900	181	183	186	190
111	330ft	6	3	Pelabuhan Ratu	4900	219	227	229	237
112	330ft	6	6	Lontar	4250	240	248	250	255
113	330ft	6	3	Lontar	4900	256	260	263	267

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 330ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
114	330ft	6	3	Lontar	4900	269	274	276	281
115	330ft	6	3	Lontar	4900	282	286	288	293
116	330ft	6	3	Pelabuhan Ratu	4900	295	299	301	309
117	330ft	6	3	Lontar	4900	311	315	318	320
118	330ft	7	13	Lontar	4700	1	1	6	11
119	330ft	7	13	Lontar	4700	17	22	24	29
120	330ft	7	3	Lontar	4900	30	32	34	37
121	330ft	7	13	Labuhan	4700	38	43	45	51
122	330ft	7	6	Labuhan	4250	70	73	75	78
123	330ft	7	3	Lontar	4900	81	84	86	88
124	330ft	7	3	Pelabuhan Ratu	4900	91	93	96	100
125	330ft	7	3	Lontar	4900	104	108	110	112
126	330ft	7	3	Pelabuhan Ratu	4900	114	116	120	124
127	330ft	7	3	Lontar	4900	127	131	133	136
128	330ft	7	3	Lontar	4900	137	139	142	144
129	330ft	7	13	Lontar	4700	147	152	154	159
130	330ft	7	3	Lontar	4900	163	165	167	170
131	330ft	7	3	Lontar	4900	196	198	201	204
132	330ft	7	3	Lontar	4900	206	208	211	213
133	330ft	7	3	Lontar	4900	216	221	223	227
134	330ft	7	13	Lontar	4700	230	240	242	252
135	330ft	7	6	Lontar	4250	253	258	260	264
136	330ft	7	3	Pelabuhan Ratu	4900	265	270	272	280
137	330ft	7	3	Pelabuhan Ratu	4900	281	289	291	299
138	330ft	7	3	Lontar	4900	300	308	312	314
139	330ft	8	13	Labuhan	4700	1	1	7	12

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 330ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
140	330ft	8	3	Labuhan	4900	25	28	30	33
141	330ft	8	3	Pelabuhan Ratu	4900	54	57	59	63
142	330ft	8	3	Pelabuhan Ratu	4900	69	73	75	79
143	330ft	8	13	Lontar	4700	88	95	97	102
144	330ft	8	3	Pelabuhan Ratu	4900	106	108	111	115
145	330ft	8	13	Lontar	4700	183	190	192	196
146	330ft	8	3	Lontar	4900	213	218	220	224
147	330ft	8	3	Lontar	4900	227	232	235	239
148	330ft	8	3	Lontar	4900	241	246	248	253
149	330ft	8	13	Lontar	4700	254	264	266	276
150	330ft	8	3	Lontar	4900	278	283	285	290
151	330ft	8	6	Labuhan	4250	291	296	298	304
152	330ft	8	3	Lontar	4900	305	308	310	313
153	330ft	8	3	Lontar	4900	316	318	321	323
154	330ft	9	3	Lontar	4900	1	1	5	8
155	330ft	9	13	Labuhan	4700	10	15	17	22
156	330ft	9	3	Pelabuhan Ratu	4900	24	27	29	33
157	330ft	9	13	Lontar	4700	35	42	44	49
158	330ft	9	3	Lontar	4900	52	54	57	59
159	330ft	9	3	Pelabuhan Ratu	4900	61	63	66	70
160	330ft	9	3	Pelabuhan Ratu	4900	76	80	82	86
161	330ft	9	3	Lontar	4900	88	92	95	97
162	330ft	9	3	Pelabuhan Ratu	4900	159	161	164	168
163	330ft	9	13	Lontar	4700	171	178	180	185
164	330ft	9	3	Pelabuhan Ratu	4900	189	191	193	198
165	330ft	9	3	Lontar	4900	199	203	206	208



### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 330ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
166	330ft	9	3	Lontar	4900	210	212	215	220
167	330ft	9	3	Lontar	4900	223	228	230	235
168	330ft	9	13	Lontar	4700	236	246	248	258
169	330ft	9	3	Lontar	4900	260	264	266	271
170	330ft	9	3	Pelabuhan Ratu	4900	273	277	279	287
171	330ft	9	3	Lontar	4900	289	297	299	303
172	330ft	9	3	Lontar	4900	305	309	313	315
173	330ft	9	3	Lontar	4900	319	321	324	326
174	330ft	10	3	Pelabuhan Ratu	4900	1	1	6	10
175	330ft	10	13	Lontar	4700	11	18	20	25
176	330ft	10	13	Labuhan	4700	28	33	35	41
177	330ft	10	13	Lontar	4700	47	53	55	60
178	330ft	10	13	Lontar	4700	64	69	71	76
179	330ft	10	13	Labuhan	4700	86	91	93	99
180	330ft	10	3	Lontar	4900	130	133	136	138
181	330ft	10	13	Lontar	4700	141	146	148	153
182	330ft	10	3	Lontar	4900	159	161	163	166
183	330ft	10	3	Lontar	4900	170	172	174	177
184	330ft	10	3	Lontar	4900	179	181	183	186
185	330ft	10	13	Lontar	4700	189	194	196	201
186	330ft	10	3	Lontar	4900	203	205	208	210
187	330ft	10	13	Lontar	4700	212	217	219	229
188	330ft	10	3	Lontar	4900	237	242	244	248
189	330ft	10	3	Pelabuhan Ratu	4900	250	255	257	265
190	330ft	10	13	Lontar	4700	267	280	283	293
191	330ft	10	3	Lontar	4900	294	298	300	305

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 330ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
192	330ft	10	13	Lontar	4700	307	312	314	319
193	330ft	10	3	Lontar	4900	323	325	328	330
194	330ft	10	3	Pelabuhan Ratu	4900	332	334	337	341
195	330ft	10	3	Lontar	4900	347	351	353	355
196	330ft	10	3	Lontar	4900	357	359	361	364
197	330ft	11	3	Labuhan	4900	2	2	7	10
198	330ft	11	3	Pelabuhan Ratu	4900	16	19	21	25
199	330ft	11	13	Lontar	4700	29	36	38	42
200	330ft	11	3	Pelabuhan Ratu	4900	46	48	51	55
201	330ft	11	13	Lontar	4700	58	65	67	71
202	330ft	11	13	Labuhan	4700	76	81	84	89
203	330ft	11	3	Lontar	4900	91	94	96	99
204	330ft	11	3	Lontar	4900	101	103	106	108
205	330ft	11	13	Lontar	4700	118	123	125	130
206	330ft	11	3	Lontar	4900	134	136	139	141
207	330ft	11	3	Lontar	4900	144	146	149	151
208	330ft	11	13	Lontar	4700	153	158	160	165
209	330ft	11	3	Lontar	4900	166	168	171	173
210	330ft	11	3	Lontar	4900	182	184	187	189
211	330ft	11	3	Lontar	4900	192	194	196	199
212	330ft	11	3	Pelabuhan Ratu	4900	204	206	208	212
213	330ft	11	13	Lontar	4700	218	231	234	244
214	330ft	11	3	Pelabuhan Ratu	4900	245	249	251	259
215	330ft	11	13	Lontar	4700	261	274	276	286
216	330ft	11	3	Lontar	4900	287	292	294	298
217	330ft	11	3	Lontar	4900	299	304	306	308

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal 330ft

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
218	330ft	11	3	Lontar	4900	312	314	317	319
219	330ft	11	3	Pelabuhan Ratu	4900	324	326	328	332

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal SPB

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU (Hari ke-)	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
1	SPB	1	16	Labuhan	4400	1	1	3	6
2	SPB	1	8	Lontar	4250	39	42	45	47
3	SPB	1	2	Lontar	4200	55	58	60	63
4	SPB	1	5	Pelabuhan Ratu	4200	65	67	69	71
5	SPB	1	16	Pelabuhan Ratu	4400	73	77	79	83
6	SPB	1	16	Lontar	4400	89	93	95	98
7	SPB	1	2	Lontar	4200	101	104	106	109
8	SPB	1	9	Pelabuhan Ratu	4600	112	114	116	118
9	SPB	1	13	Pelabuhan Ratu	4700	120	124	126	130
10	SPB	1	9	Pelabuhan Ratu	4600	133	136	138	140
11	SPB	1	9	Pelabuhan Ratu	4600	144	147	149	151
12	SPB	1	2	Lontar	4200	156	160	162	165
13	SPB	1	8	Lontar	4250	167	170	172	175
14	SPB	1	2	Lontar	4200	181	184	186	189
15	SPB	1	16	Pelabuhan Ratu	4400	196	199	201	205
16	SPB	1	9	Pelabuhan Ratu	4600	207	210	212	214
17	SPB	1	9	Pelabuhan Ratu	4600	217	222	224	229
18	SPB	1	9	Pelabuhan Ratu	4600	230	235	237	242
19	SPB	1	20	Labuhan	4600	244	248	250	254

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal SPB

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU (Hari ke-)	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
20	SPB	1	12	Lontar	4200	255	262	264	270
21	SPB	1	20	Pelabuhan Ratu	4600	272	276	278	282
22	SPB	1	16	Labuhan	4400	283	290	292	299
23	SPB	1	5	Lontar	4200	300	304	306	308
24	SPB	1	12	Lontar	4200	311	314	316	319
25	SPB	1	16	Labuhan	4400	323	326	328	331
26	SPB	1	16	Pelabuhan Ratu	4400	336	339	342	346
27	SPB	1	5	Lontar	4200	349	352	354	355
28	SPB	2	16	Pelabuhan Ratu	4400	1	1	4	8
29	SPB	2	2	Lontar	4200	30	34	36	39
30	SPB	2	16	Pelabuhan Ratu	4400	42	45	47	51
31	SPB	2	16	Pelabuhan Ratu	4400	57	61	63	67
32	SPB	2	2	Lontar	4200	72	76	78	81
33	SPB	2	12	Lontar	4200	84	87	89	93
34	SPB	2	8	Lontar	4250	96	99	101	104
35	SPB	2	2	Lontar	4200	110	113	115	118
36	SPB	2	9	Pelabuhan Ratu	4600	123	125	127	129
37	SPB	2	2	Lontar	4200	131	135	137	140
38	SPB	2	12	Lontar	4200	143	146	148	152
39	SPB	2	8	Lontar	4250	153	156	158	161
40	SPB	2	16	Pelabuhan Ratu	4400	165	168	170	174
41	SPB	2	5	Pelabuhan Ratu	4200	177	180	182	184
42	SPB	2	12	Lontar	4200	185	190	192	195
43	SPB	2	2	Lontar	4200	198	201	203	207
44	SPB	2	13	Pelabuhan Ratu	4700	224	230	233	241
45	SPB	2	16	Labuhan	4400	242	250	253	259

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal SPB

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU (Hari ke-)	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
46	SPB	2	20	Pelabuhan Ratu	4600	261	264	266	270
47	SPB	2	12	Lontar	4200	271	279	282	288
48	SPB	2	5	Pelabuhan Ratu	4200	290	293	296	301
49	SPB	2	12	Lontar	4200	302	310	312	315
50	SPB	2	20	Pelabuhan Ratu	4600	323	325	327	329
51	SPB	2	5	Lontar	4200	330	333	335	336
52	SPB	2	13	Pelabuhan Ratu	4700	339	342	344	348
53	SPB	2	5	Lontar	4200	357	360	362	363
54	SPB	3	20	Lontar	4600	1	1	4	6
55	SPB	3	2	Lontar	4200	26	29	31	34
56	SPB	3	13	Pelabuhan Ratu	4700	36	39	41	45
57	SPB	3	2	Lontar	4200	47	51	53	56
58	SPB	3	13	Pelabuhan Ratu	4700	78	81	85	89
59	SPB	3	2	Lontar	4200	97	101	103	106
60	SPB	3	13	Pelabuhan Ratu	4700	109	112	114	118
61	SPB	3	20	Labuhan	4600	122	124	126	128
62	SPB	3	13	Pelabuhan Ratu	4700	130	134	136	140
63	SPB	3	13	Pelabuhan Ratu	4700	141	145	147	151
64	SPB	3	9	Pelabuhan Ratu	4600	154	157	159	161
65	SPB	3	2	Lontar	4200	169	173	175	178
66	SPB	3	16	Lontar	4400	181	184	186	189
67	SPB	3	12	Lontar	4200	202	205	207	211
68	SPB	3	5	Pelabuhan Ratu	4200	214	217	219	224
69	SPB	3	16	Lontar	4400	226	234	236	242
70	SPB	3	12	Lontar	4200	243	249	252	258
71	SPB	3	13	Pelabuhan Ratu	4700	260	266	269	277

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal SPB

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU (Hari ke-)	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
72	SPB	3	13	Pelabuhan Ratu	4700	278	286	288	296
73	SPB	3	13	Pelabuhan Ratu	4700	297	305	308	312
74	SPB	3	12	Lontar	4200	314	318	320	323
75	SPB	3	5	Lontar	4200	324	326	328	329
76	SPB	3	13	Lontar	4700	336	339	341	345
77	SPB	3	13	Pelabuhan Ratu	4700	350	353	355	359
78	SPB	4	16	Lontar	4400	1	1	5	8
79	SPB	4	16	Pelabuhan Ratu	4400	11	14	16	20
80	SPB	4	8	Lontar	4250	24	28	30	33
81	SPB	4	12	Lontar	4200	42	45	47	51
82	SPB	4	8	Lontar	4250	53	56	58	61
83	SPB	4	8	Lontar	4250	67	70	72	75
84	SPB	4	2	Lontar	4200	89	92	94	97
85	SPB	4	13	Pelabuhan Ratu	4700	99	102	104	108
86	SPB	4	8	Lontar	4250	110	114	116	119
87	SPB	4	12	Lontar	4200	122	125	127	131
88	SPB	4	16	Lontar	4400	135	138	140	143
89	SPB	4	8	Lontar	4250	182	185	188	191
90	SPB	4	13	Pelabuhan Ratu	4700	193	196	198	202
91	SPB	4	16	Pelabuhan Ratu	4400	212	216	218	226
92	SPB	4	16	Pelabuhan Ratu	4400	227	235	237	245
93	SPB	4	13	Pelabuhan Ratu	4700	246	254	256	265
94	SPB	4	12	Lontar	4200	266	274	276	283
95	SPB	4	20	Pelabuhan Ratu	4600	284	288	290	294
96	SPB	4	6	Lontar	4250	295	300	303	306
97	SPB	4	13	Pelabuhan Ratu	4700	309	312	314	318

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal SPB

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU (Hari ke-)	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
98	SPB	4	16	Pelabuhan Ratu	4400	320	324	326	330
99	SPB	4	5	Lontar	4200	332	335	337	338
100	SPB	4	5	Lontar	4200	340	342	344	345
101	SPB	4	13	Lontar	4700	349	352	354	357
102	SPB	5	20	Labuhan	4600	1	1	5	6
103	SPB	5	9	Pelabuhan Ratu	4600	18	20	22	25
104	SPB	5	16	Pelabuhan Ratu	4400	26	30	32	36
105	SPB	5	16	Lontar	4400	43	47	49	52
106	SPB	5	9	Pelabuhan Ratu	4600	60	62	64	66
107	SPB	5	2	Lontar	4200	68	72	74	77
108	SPB	5	8	Lontar	4250	82	85	87	90
109	SPB	5	2	Lontar	4200	93	96	98	101
110	SPB	5	8	Lontar	4250	124	127	129	132
111	SPB	5	16	Pelabuhan Ratu	4400	134	137	139	143
112	SPB	5	2	Lontar	4200	152	156	158	161
113	SPB	5	12	Lontar	4200	164	167	170	173
114	SPB	5	16	Pelabuhan Ratu	4400	181	184	187	191
115	SPB	5	13	Pelabuhan Ratu	4700	203	207	209	213
116	SPB	5	12	Lontar	4200	215	223	226	232
117	SPB	5	12	Lontar	4200	233	240	242	248
118	SPB	5	12	Lontar	4200	251	257	260	266
119	SPB	5	6	Lontar	4250	268	271	273	276
120	SPB	5	16	Pelabuhan Ratu	4400	278	284	286	294
121	SPB	5	20	Pelabuhan Ratu	4600	295	299	301	305
122	SPB	5	20	Labuhan	4600	306	308	310	311
123	SPB	5	20	Pelabuhan Ratu	4600	313	315	317	319

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal SPB

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU (Hari ke-)	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
124	SPB	5	13	Lontar	4700	322	326	328	331
125	SPB	5	20	Pelabuhan Ratu	4600	333	335	337	339
126	SPB	5	16	Pelabuhan Ratu	4400	351	355	357	361
127	SPB	6	12	Lontar	4200	1	1	3	6
128	SPB	6	8	Lontar	4250	10	13	15	18
129	SPB	6	12	Lontar	4200	21	24	26	30
130	SPB	6	2	Lontar	4200	34	37	39	42
131	SPB	6	13	Pelabuhan Ratu	4700	47	50	52	56
132	SPB	6	20	Labuhan	4600	61	63	65	67
133	SPB	6	13	Pelabuhan Ratu	4700	68	72	74	78
134	SPB	6	9	Pelabuhan Ratu	4600	81	84	86	88
135	SPB	6	9	Pelabuhan Ratu	4600	91	94	96	98
136	SPB	6	12	Lontar	4200	105	109	111	115
137	SPB	6	2	Lontar	4200	118	121	123	127
138	SPB	6	5	Pelabuhan Ratu	4200	140	142	144	146
139	SPB	6	2	Lontar	4200	160	164	166	169
140	SPB	6	13	Pelabuhan Ratu	4700	172	175	177	181
141	SPB	6	13	Pelabuhan Ratu	4700	183	187	189	193
142	SPB	6	8	Lontar	4250	196	200	202	205
143	SPB	6	8	Lontar	4250	210	213	215	221
144	SPB	6	12	Lontar	4200	223	230	232	238
145	SPB	6	9	Pelabuhan Ratu	4600	239	242	244	249
146	SPB	6	5	Lontar	4200	250	255	257	260
147	SPB	6	12	Lontar	4200	262	269	271	277
148	SPB	6	5	Lontar	4200	279	282	284	287
149	SPB	6	13	Pelabuhan Ratu	4700	289	295	297	305



### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal SPB

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU (Hari ke-)	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
150	SPB	6	16	Pelabuhan Ratu	4400	307	311	313	317
151	SPB	6	13	Pelabuhan Ratu	4700	318	322	324	328
152	SPB	6	13	Pelabuhan Ratu	4700	329	334	336	340
153	SPB	6	20	Pelabuhan Ratu	4600	344	346	348	350
154	SPB	6	20	Pelabuhan Ratu	4600	354	356	358	360
155	SPB	7	2	Lontar	4200	5	5	7	10
156	SPB	7	2	Lontar	4200	13	16	18	21
157	SPB	7	13	Pelabuhan Ratu	4700	26	29	31	35
158	SPB	7	2	Lontar	4200	38	42	44	47
159	SPB	7	2	Lontar	4200	51	54	56	59
160	SPB	7	12	Lontar	4200	63	66	68	72
161	SPB	7	2	Lontar	4200	76	79	81	84
162	SPB	7	16	Pelabuhan Ratu	4400	88	91	93	97
163	SPB	7	9	Pelabuhan Ratu	4600	102	105	107	109
164	SPB	7	16	Labuhan	4400	119	123	125	128
165	SPB	7	2	Lontar	4200	139	142	145	148
166	SPB	7	16	Pelabuhan Ratu	4400	150	153	155	159
167	SPB	7	13	Pelabuhan Ratu	4700	162	166	169	173
168	SPB	7	2	Lontar	4200	177	181	183	186
169	SPB	7	9	Pelabuhan Ratu	4600	188	189	191	194
170	SPB	7	9	Pelabuhan Ratu	4600	196	199	201	203
171	SPB	7	12	Lontar	4200	206	210	212	215
172	SPB	7	12	Lontar	4200	219	226	228	234
173	SPB	7	13	Pelabuhan Ratu	4700	235	241	243	251
174	SPB	7	5	Pelabuhan Ratu	4200	253	258	260	265
175	SPB	7	13	Pelabuhan Ratu	4700	267	275	277	285

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal SPB

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU (Hari ke-)	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
176	SPB	7	5	Lontar	4200	286	291	294	296
177	SPB	7	5	Lontar	4200	298	301	303	306
178	SPB	7	6	Lontar	4250	310	311	313	315
179	SPB	7	16	Lontar	4400	318	321	323	326
180	SPB	7	5	Pelabuhan Ratu	4200	329	330	332	335
181	SPB	7	5	Lontar	4200	336	339	341	342
182	SPB	7	5	Lontar	4200	345	347	349	350
183	SPB	7	6	Lontar	4250	352	354	356	357
184	SPB	7	5	Lontar	4200	361	363	365	1
185	SPB	8	9	Pelabuhan Ratu	4600	7	7	9	12
186	SPB	8	2	Lontar	4200	17	21	23	26
187	SPB	8	9	Pelabuhan Ratu	4600	28	30	32	34
188	SPB	8	16	Labuhan	4400	37	41	43	46
189	SPB	8	13	Pelabuhan Ratu	4700	57	61	63	67
190	SPB	8	9	Pelabuhan Ratu	4600	70	73	75	77
191	SPB	8	2	Lontar	4200	80	84	86	89
192	SPB	8	16	Pelabuhan Ratu	4400	103	106	108	112
193	SPB	8	2	Lontar	4200	114	118	120	123
194	SPB	8	12	Lontar	4200	126	129	131	135
195	SPB	8	8	Lontar	4250	139	142	144	147
196	SPB	8	13	Pelabuhan Ratu	4700	151	154	156	160
197	SPB	8	9	Pelabuhan Ratu	4600	165	168	170	172
198	SPB	8	9	Pelabuhan Ratu	4600	175	178	180	182
199	SPB	8	20	Lontar	4600	185	187	189	191
200	SPB	8	2	Lontar	4200	194	197	199	202
201	SPB	8	12	Lontar	4200	211	214	217	223

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal SPB

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU (Hari ke-)	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
202	SPB	8	8	Lontar	4250	225	231	233	239
203	SPB	8	5	Lontar	4200	240	243	245	248
204	SPB	8	9	Pelabuhan Ratu	4600	249	252	254	259
205	SPB	8	16	Pelabuhan Ratu	4400	260	268	270	278
206	SPB	8	12	Lontar	4200	279	288	290	296
207	SPB	8	5	Lontar	4200	297	300	302	305
208	SPB	8	20	Pelabuhan Ratu	4600	308	309	311	313
209	SPB	8	12	Lontar	4200	316	320	322	326
210	SPB	8	1	Labuhan	4200	327	330	332	336
211	SPB	8	6	Lontar	4250	338	340	342	344
212	SPB	8	13	Lontar	4700	355	358	360	363
213	SPB	9	2	Lontar	4200	9	9	11	14
214	SPB	9	9	Pelabuhan Ratu	4600	39	41	43	45
215	SPB	9	9	Pelabuhan Ratu	4600	49	52	54	56
216	SPB	9	2	Lontar	4200	59	63	65	68
217	SPB	9	16	Labuhan	4400	78	81	83	87
218	SPB	9	13	Pelabuhan Ratu	4700	88	92	94	98
219	SPB	9	5	Pelabuhan Ratu	4200	102	105	107	109
220	SPB	9	16	Pelabuhan Ratu	4400	119	123	126	130
221	SPB	9	2	Lontar	4200	135	139	141	144
222	SPB	9	12	Lontar	4200	147	150	152	156
223	SPB	9	16	Labuhan	4400	160	163	165	168
224	SPB	9	2	Lontar	4200	173	176	179	182
225	SPB	9	20	Labuhan	4600	183	185	187	189
226	SPB	9	2	Lontar	4200	190	193	195	199
227	SPB	9	16	Labuhan	4400	200	203	205	208

### Jadwal Pengiriman Batubara Kapal SPB

No.	Jenis Kapal	No Kapal	Supplier Tujuan	PLTU Tujuan	GCV	Di Supplier (Hari ke-)		Di PLTU (Hari ke-)	
						Berangkat	Tiba	Berangkat	Tiba
228	SPB	9	13	Pelabuhan Ratu	4700	214	221	223	231
229	SPB	9	5	Lontar	4200	232	237	239	242
230	SPB	9	16	Pelabuhan Ratu	4400	244	250	252	260
231	SPB	9	5	Lontar	4200	262	267	269	272
232	SPB	9	16	Lontar	4400	274	279	282	287
233	SPB	9	16	Pelabuhan Ratu	4400	290	296	298	306
234	SPB	9	5	Lontar	4200	308	310	312	314
235	SPB	9	6	Lontar	4250	323	325	327	328
236	SPB	9	13	Lontar	4700	330	333	335	338
237	SPB	9	13	Lontar	4700	342	345	347	350
238	SPB	9	5	Lontar	4200	353	355	357	358

### Lampiran 3: Perhitungan Cash Flow

#### Annual Cash Flow Skenario 2 Tahun 1-12

Skenario 2	Tahun ke-					
	1	2	3	4	5	6
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp6,508,960,548	Rp6,639,139,759	Rp6,771,922,554	Rp6,907,361,005	Rp7,045,508,225	Rp7,186,418,390
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp390,399,379)	(Rp398,207,366)	(Rp406,171,514)	(Rp414,294,944)	(Rp422,580,843)	(Rp431,032,460)
<i>Depretiation increase</i>	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)
<i>Incremental EBIT</i>	Rp2,214,567,381	Rp2,336,938,604	Rp2,461,757,252	Rp2,589,072,273	Rp2,718,933,594	Rp2,851,392,142
<i>Taxes</i>	(Rp553,641,845)	(Rp584,234,651)	(Rp615,439,313)	(Rp647,268,068)	(Rp679,733,398)	(Rp712,848,035)
<i>Incremental EAT</i>	Rp1,660,925,536	Rp1,752,703,953	Rp1,846,317,939	Rp1,941,804,205	Rp2,039,200,195	Rp2,138,544,106
<i>Depreciation reversal</i>	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788
<i>Annual cash flow</i>	Rp5,564,919,324	Rp5,656,697,742	Rp5,750,311,727	Rp5,845,797,993	Rp5,943,193,984	Rp6,042,537,895
Skenario 2	Tahun ke-					
	7	8	9	10	11	12
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp7,330,146,758	Rp7,476,749,693	Rp7,626,284,687	Rp7,778,810,380	Rp7,934,386,588	Rp8,093,074,320
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp439,653,109)	(Rp448,446,171)	(Rp457,415,095)	(Rp466,563,396)	(Rp475,894,664)	(Rp485,412,558)
<i>Depretiation increase</i>	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)
<i>Incremental EBIT</i>	Rp2,986,499,860	Rp3,124,309,733	Rp3,264,875,804	Rp3,408,253,195	Rp3,554,498,135	Rp3,703,667,974
<i>Taxes</i>	(Rp746,624,965)	(Rp781,077,433)	(Rp816,218,951)	(Rp852,063,299)	(Rp888,624,534)	(Rp925,916,993)
<i>Incremental EAT</i>	Rp2,239,874,895	Rp2,343,232,300	Rp2,448,656,853	Rp2,556,189,897	Rp2,665,873,601	Rp2,777,750,980
<i>Depreciation reversal</i>	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788
<i>Annual cash flow</i>	Rp6,143,868,684	Rp6,247,226,088	Rp6,352,650,641	Rp6,460,183,685	Rp6,569,867,390	Rp6,681,744,769

### Annual Cash Flow Skenario 2 Tahun 13-30

Skenario 2	Tahun ke-					
	13	14	15	16	17	18
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp8,254,935,806	Rp8,420,034,522	Rp8,588,435,213	Rp8,760,203,917	Rp8,935,407,995	Rp9,114,116,155
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp495,120,809)	(Rp505,023,225)	(Rp515,123,689)	(Rp525,426,163)	(Rp535,934,687)	(Rp546,653,380)
<i>Depretiation increase</i>	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)
<i>Incremental EBIT</i>	Rp3,855,821,209	Rp4,011,017,509	Rp4,169,317,735	Rp4,330,783,965	Rp4,495,479,520	Rp4,663,468,986
<i>Taxes</i>	(Rp963,955,302)	(Rp1,002,754,377)	(Rp1,042,329,434)	(Rp1,082,695,991)	(Rp1,123,869,880)	(Rp1,165,867,247)
<i>Incremental EAT</i>	Rp2,891,865,907	Rp3,008,263,132	Rp3,126,988,301	Rp3,248,087,974	Rp3,371,609,640	Rp3,497,601,740
<i>Depreciation reversal</i>	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788
<i>Annual cash flow</i>	Rp6,795,859,695	Rp6,912,256,920	Rp7,030,982,090	Rp7,152,081,762	Rp7,275,603,429	Rp7,401,595,528
Skenario 2	Tahun ke-					
	19	20	21	22	23	24
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp9,296,398,478	Rp9,482,326,448	Rp9,671,972,977	Rp9,865,412,436	Rp10,062,720,685	Rp10,263,975,099
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp557,586,448)	(Rp568,738,177)	(Rp580,112,940)	(Rp591,715,199)	(Rp603,549,503)	(Rp615,620,493)
<i>Depretiation increase</i>	(Rp3,903,993,788)	(Rp3,903,993,788)	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
<i>Incremental EBIT</i>	Rp4,834,818,242	Rp5,009,594,483	Rp9,091,860,036	Rp9,273,697,237	Rp9,459,171,182	Rp9,648,354,606
<i>Taxes</i>	(Rp1,208,704,560)	(Rp1,252,398,621)	(Rp2,272,965,009)	(Rp2,318,424,309)	(Rp2,364,792,795)	(Rp2,412,088,651)
<i>Incremental EAT</i>	Rp3,626,113,681	Rp3,757,195,862	Rp6,818,895,027	Rp6,955,272,928	Rp7,094,378,386	Rp7,236,265,954
<i>Depreciation reversal</i>	Rp3,903,993,788	Rp3,903,993,788	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
<i>Annual cash flow</i>	Rp7,530,107,470	Rp7,661,189,650	Rp6,818,895,027	Rp6,955,272,928	Rp7,094,378,386	Rp7,236,265,954
Skenario 2	Tahun ke-					
	25	26	27	28	29	30
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp10,469,254,601	Rp10,678,639,693	Rp10,892,212,487	Rp11,110,056,736	Rp11,332,257,871	Rp11,558,903,029
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp627,932,903)	(Rp640,491,561)	(Rp653,301,392)	(Rp666,367,420)	(Rp679,694,769)	(Rp693,288,664)
<i>Depretiation increase</i>	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
<i>Incremental EBIT</i>	Rp9,841,321,698	Rp10,038,148,132	Rp10,238,911,094	Rp10,443,689,316	Rp10,652,563,102	Rp10,865,614,365
<i>Taxes</i>	(Rp2,460,330,424)	(Rp2,509,537,033)	(Rp2,559,727,774)	(Rp2,610,922,329)	(Rp2,663,140,776)	(Rp2,716,403,591)
<i>Incremental EAT</i>	Rp7,380,991,273	Rp7,528,611,099	Rp7,679,183,321	Rp7,832,766,987	Rp7,989,422,327	Rp8,149,210,773
<i>Depreciation reversal</i>	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
<i>Annual cash flow</i>	Rp7,380,991,273	Rp7,528,611,099	Rp7,679,183,321	Rp7,832,766,987	Rp7,989,422,327	Rp8,149,210,773

### Annual Cash Flow Skenario 4 Tahun 1-12

Skenario 4	Tahun ke-					
	1	2	3	4	5	6
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp1,500,560,886	Rp1,530,572,104	Rp1,561,183,546	Rp1,592,407,217	Rp1,624,255,361	Rp1,656,740,468
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp436,132,648)	(Rp444,855,301)	(Rp453,752,407)	(Rp462,827,455)	(Rp472,084,004)	(Rp481,525,684)
<i>Depretiation increase</i>	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)
<i>Incremental EBIT</i>	(Rp3,296,898,240)	(Rp3,275,609,676)	(Rp3,253,895,340)	(Rp3,231,746,717)	(Rp3,209,155,122)	(Rp3,186,111,694)
<i>Taxes</i>	Rp824,224,560	Rp818,902,419	Rp813,473,835	Rp807,936,679	Rp802,288,780	Rp796,527,924
<i>Incremental EAT</i>	(Rp2,472,673,680)	(Rp2,456,707,257)	(Rp2,440,421,505)	(Rp2,423,810,038)	(Rp2,406,866,341)	(Rp2,389,583,771)
<i>Depreciation reversal</i>	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478
<i>Annual cash flow</i>	Rp1,888,652,798	Rp1,904,619,222	Rp1,920,904,974	Rp1,937,516,441	Rp1,954,460,137	Rp1,971,742,708
Skenario 4	Tahun ke-					
	7	8	9	10	11	12
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp1,689,875,278	Rp1,723,672,783	Rp1,758,146,239	Rp1,793,309,164	Rp1,829,175,347	Rp1,865,758,854
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp491,156,198)	(Rp500,979,322)	(Rp510,998,908)	(Rp521,218,886)	(Rp531,643,264)	(Rp542,276,129)
<i>Depretiation increase</i>	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)
<i>Incremental EBIT</i>	(Rp3,162,607,399)	(Rp3,138,633,017)	(Rp3,114,179,148)	(Rp3,089,236,201)	(Rp3,063,794,396)	(Rp3,037,843,754)
<i>Taxes</i>	Rp790,651,850	Rp784,658,254	Rp778,544,787	Rp772,309,050	Rp765,948,599	Rp759,460,939
<i>Incremental EAT</i>	(Rp2,371,955,549)	(Rp2,353,974,763)	(Rp2,335,634,361)	(Rp2,316,927,151)	(Rp2,297,845,797)	(Rp2,278,382,816)
<i>Depreciation reversal</i>	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478
<i>Annual cash flow</i>	Rp1,989,370,929	Rp2,007,351,716	Rp2,025,692,118	Rp2,044,399,327	Rp2,063,480,682	Rp2,082,943,663

### Annual Cash Flow Skenario 4 Tahun 13-30

Skenario 4	Tahun ke-					
	13	14	15	16	17	18
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp1,903,074,031	Rp1,941,135,511	Rp1,979,958,222	Rp2,019,557,386	Rp2,059,948,534	Rp2,101,147,504
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp553,121,652)	(Rp564,184,085)	(Rp575,467,767)	(Rp586,977,122)	(Rp598,716,664)	(Rp610,690,998)
<i>Depretiation increase</i>	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)
<i>Incremental EBIT</i>	(Rp3,011,374,100)	(Rp2,984,375,052)	(Rp2,956,836,024)	(Rp2,928,746,214)	(Rp2,900,094,609)	(Rp2,870,869,972)
<i>Taxes</i>	Rp752,843,525	Rp746,093,763	Rp739,209,006	Rp732,186,554	Rp725,023,652	Rp717,717,493
<i>Incremental EAT</i>	(Rp2,258,530,575)	(Rp2,238,281,289)	(Rp2,217,627,018)	(Rp2,196,559,661)	(Rp2,175,070,957)	(Rp2,153,152,479)
<i>Depreciation reversal</i>	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478
<i>Annual cash flow</i>	Rp2,102,795,904	Rp2,123,045,189	Rp2,143,699,461	Rp2,164,766,818	Rp2,186,255,522	Rp2,208,174,000
Skenario 4	Tahun ke-					
	19	20	21	22	23	24
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp2,143,170,455	Rp2,186,033,864	Rp2,229,754,541	Rp2,274,349,632	Rp2,319,836,624	Rp2,366,233,357
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp622,904,818)	(Rp635,362,914)	(Rp648,070,172)	(Rp661,031,576)	(Rp674,252,207)	(Rp687,737,251)
<i>Depretiation increase</i>	(Rp4,361,326,478)	(Rp4,361,326,478)	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
<i>Incremental EBIT</i>	(Rp2,841,060,842)	(Rp2,810,655,529)	Rp1,581,684,369	Rp1,613,318,056	Rp1,645,584,417	Rp1,678,496,105
<i>Taxes</i>	Rp710,265,210	Rp702,663,882	(Rp395,421,092)	(Rp403,329,514)	(Rp411,396,104)	(Rp419,624,026)
<i>Incremental EAT</i>	(Rp2,130,795,631)	(Rp2,107,991,647)	Rp1,186,263,276	Rp1,209,988,542	Rp1,234,188,313	Rp1,258,872,079
<i>Depreciation reversal</i>	Rp4,361,326,478	Rp4,361,326,478	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
<i>Annual cash flow</i>	Rp2,230,530,847	Rp2,253,334,832	Rp1,186,263,276	Rp1,209,988,542	Rp1,234,188,313	Rp1,258,872,079
Skenario 4	Tahun ke-					
	25	26	27	28	29	30
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp2,413,558,024	Rp2,461,829,185	Rp2,511,065,768	Rp2,561,287,084	Rp2,612,512,825	Rp2,664,763,082
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp701,491,997)	(Rp715,521,836)	(Rp729,832,273)	(Rp744,428,919)	(Rp759,317,497)	(Rp774,503,847)
<i>Depretiation increase</i>	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
<i>Incremental EBIT</i>	Rp1,712,066,028	Rp1,746,307,348	Rp1,781,233,495	Rp1,816,858,165	Rp1,853,195,328	Rp1,890,259,235
<i>Taxes</i>	(Rp428,016,507)	(Rp436,576,837)	(Rp445,308,374)	(Rp454,214,541)	(Rp463,298,832)	(Rp472,564,809)
<i>Incremental EAT</i>	Rp1,284,049,521	Rp1,309,730,511	Rp1,335,925,121	Rp1,362,643,624	Rp1,389,896,496	Rp1,417,694,426
<i>Depreciation reversal</i>	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
<i>Annual cash flow</i>	Rp1,284,049,521	Rp1,309,730,511	Rp1,335,925,121	Rp1,362,643,624	Rp1,389,896,496	Rp1,417,694,426



*Annual Cash Flow Skenario 6 Tahun 1-12*

Skenario 6	Tahun ke-					
	1	2	3	4	5	6
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp4,650,582,239	Rp4,743,593,883	Rp4,838,465,761	Rp4,935,235,076	Rp5,033,939,778	Rp5,134,618,573
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp826,532,027)	(Rp843,062,667)	(Rp859,923,921)	(Rp877,122,399)	(Rp894,664,847)	(Rp912,558,144)
<i>Depretiation increase</i>	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)
<i>Incremental EBIT</i>	(Rp4,441,270,055)	(Rp4,364,789,051)	(Rp4,286,778,427)	(Rp4,207,207,590)	(Rp4,126,045,336)	(Rp4,043,259,838)
<i>Taxes</i>	Rp1,110,317,514	Rp1,091,197,263	Rp1,071,694,607	Rp1,051,801,897	Rp1,031,511,334	Rp1,010,814,959
<i>Incremental EAT</i>	(Rp3,330,952,541)	(Rp3,273,591,788)	(Rp3,215,083,820)	(Rp3,155,405,692)	(Rp3,094,534,002)	(Rp3,032,444,878)
<i>Depreciation reversal</i>	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267
<i>Annual cash flow</i>	Rp4,934,367,726	Rp4,991,728,479	Rp5,050,236,447	Rp5,109,914,575	Rp5,170,786,265	Rp5,232,875,389
Skenario 6	Tahun ke-					
	7	8	9	10	11	12
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp5,237,310,945	Rp5,342,057,164	Rp5,448,898,307	Rp5,557,876,273	Rp5,669,033,798	Rp5,782,414,474
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp930,809,307)	(Rp949,425,493)	(Rp968,414,003)	(Rp987,782,283)	(Rp1,007,537,928)	(Rp1,027,688,687)
<i>Depretiation increase</i>	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)
<i>Incremental EBIT</i>	(Rp3,958,818,629)	(Rp3,872,688,596)	(Rp3,784,835,963)	(Rp3,695,226,277)	(Rp3,603,824,397)	(Rp3,510,594,480)
<i>Taxes</i>	Rp989,704,657	Rp968,172,149	Rp946,208,991	Rp923,806,569	Rp900,956,099	Rp877,648,620
<i>Incremental EAT</i>	(Rp2,969,113,972)	(Rp2,904,516,447)	(Rp2,838,626,972)	(Rp2,771,419,708)	(Rp2,702,868,298)	(Rp2,632,945,860)
<i>Depreciation reversal</i>	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267
<i>Annual cash flow</i>	Rp5,296,206,295	Rp5,360,803,820	Rp5,426,693,295	Rp5,493,900,559	Rp5,562,451,969	Rp5,632,374,407

### Annual Cash Flow Skenario 6 Tahun 13-20

Skenario 6	Tahun ke-					
	13	14	15	16	17	18
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp5,898,062,764	Rp6,016,024,019	Rp6,136,344,500	Rp6,259,071,390	Rp6,384,252,817	Rp6,511,937,874
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp1,048,242,461)	(Rp1,069,207,310)	(Rp1,090,591,456)	(Rp1,112,403,285)	(Rp1,134,651,351)	(Rp1,157,344,378)
<i>Depretiation increase</i>	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)
<i>Incremental EBIT</i>	(Rp3,415,499,964)	(Rp3,318,503,558)	(Rp3,219,567,224)	(Rp3,118,652,163)	(Rp3,015,718,801)	(Rp2,910,726,771)
<i>Taxes</i>	Rp853,874,991	Rp829,625,889	Rp804,891,806	Rp779,663,041	Rp753,929,700	Rp727,681,693
<i>Incremental EAT</i>	(Rp2,561,624,973)	(Rp2,488,877,668)	(Rp2,414,675,418)	(Rp2,338,989,122)	(Rp2,261,789,100)	(Rp2,183,045,078)
<i>Depreciation reversal</i>	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267
<i>Annual cash flow</i>	Rp5,703,695,294	Rp5,776,442,599	Rp5,850,644,849	Rp5,926,331,145	Rp6,003,531,166	Rp6,082,275,188
Skenario 6	Tahun ke-					
	19	20	21	22	23	24
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp6,642,176,631	Rp6,775,020,164	Rp6,910,520,567	Rp7,048,730,978	Rp7,189,705,598	Rp7,333,499,710
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp1,180,491,266)	(Rp1,204,101,091)	(Rp1,228,183,113)	(Rp1,252,746,775)	(Rp1,277,801,711)	(Rp1,303,357,745)
<i>Depretiation increase</i>	(Rp8,265,320,267)	(Rp8,265,320,267)	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
<i>Incremental EBIT</i>	(Rp2,803,634,901)	(Rp2,694,401,194)	Rp5,682,337,454	Rp5,795,984,203	Rp5,911,903,887	Rp6,030,141,965
<i>Taxes</i>	Rp700,908,725	Rp673,600,299	(Rp1,420,584,364)	(Rp1,448,996,051)	(Rp1,477,975,972)	(Rp1,507,535,491)
<i>Incremental EAT</i>	(Rp2,102,726,176)	(Rp2,020,800,896)	Rp4,261,753,091	Rp4,346,988,153	Rp4,433,927,916	Rp4,522,606,474
<i>Depreciation reversal</i>	Rp8,265,320,267	Rp8,265,320,267	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
<i>Annual cash flow</i>	Rp6,162,594,091	Rp6,244,519,371	Rp4,261,753,091	Rp4,346,988,153	Rp4,433,927,916	Rp4,522,606,474
Skenario 6	Tahun ke-					
	25	26	27	28	29	30
<i>Cost decrease (saving)</i>	Rp7,480,169,704	Rp7,629,773,098	Rp7,782,368,560	Rp7,938,015,931	Rp8,096,776,250	Rp8,258,711,775
<i>Cost increase (maintenance)</i>	(Rp1,329,424,900)	(Rp1,356,013,398)	(Rp1,383,133,666)	(Rp1,410,796,339)	(Rp1,439,012,266)	(Rp1,467,792,511)
<i>Depretiation increase</i>	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
<i>Incremental EBIT</i>	Rp6,150,744,805	Rp6,273,759,701	Rp6,399,234,895	Rp6,527,219,593	Rp6,657,763,984	Rp6,790,919,264
<i>Taxes</i>	(Rp1,537,686,201)	(Rp1,568,439,925)	(Rp1,599,808,724)	(Rp1,631,804,898)	(Rp1,664,440,996)	(Rp1,697,729,816)
<i>Incremental EAT</i>	Rp4,613,058,603	Rp4,705,319,775	Rp4,799,426,171	Rp4,895,414,694	Rp4,993,322,988	Rp5,093,189,448
<i>Depreciation reversal</i>	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0	Rp0
<i>Annual cash flow</i>	Rp4,613,058,603	Rp4,705,319,775	Rp4,799,426,171	Rp4,895,414,694	Rp4,993,322,988	Rp5,093,189,448

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama Mayang Kautserina merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Lahir di Surabaya, 11 Agustus 1996. Penulis memulai pendidikan di TK Ta'miriyah, SD Ta'miriyah, SMP Negeri 3 Surabaya, dan kemudian dilanjutkan di SMA Negeri 5 Surabaya. Penelitian Tugas Akhir ini dibuat agar penulis mendapatkan gelar Strata-1 di Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selain mengikuti kegiatan akademis penulis juga terlibat dalam kegiatan kepanitian dalam jurusan, Himpunan Mahasiswa Teknik Industri, kepanitian jurusan/institut, dan juga menjadi Asisten di Laboratorium *Quantitative Modeling and Industrial Policy Analysis* (QMIPA). Penulis juga aktif mengikuti lomba-lomba ke-Teknik Industri-an dan mendapat beberapa penghargaan antara lain Juara 3 Lomba *Industrial Creative Season* (INCREASE) 2018 di Universitas Telkom Bandung dan *Top 5 Industrial and System Engineering Competition* (ISEEC) 2018 di Universitas Indonesia. Tugas akhir ini masih belum sempurna sehingga untuk saran dan kritik mengenai tugas akhir ini dapat disampaikan pada penulis melalui email [mkautserina@gmail.com](mailto:mkautserina@gmail.com).